

Technická univerzita v Liberci

Ekonomická fakulta

Studijní program: N 6208 Ekonomika a management

Studijní obor: Podniková ekonomika

SNIŽOVÁNÍ ODSTAVOVÁNÍ NEDOKONČENÝCH VOZŮ Z VÝROBNÍ LINKY

Reducing of shutting-down of unfinished cars from assembly line

DP-EF-KPE-2010-53

Ondřej Louč

Vedoucí práce: doc. Ing. Josef Sixta, CSc. – katedra podnikové ekonomiky

Konzultant: Jiří Čapek – Škoda Auto a.s., Mladá Boleslav

Počet stran: 83

Počet příloh: 1

Datum odevzdání: 7. května 2010

PROHLÁŠENÍ

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V Liberci, 7. 5. 2010

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji doc. Ing. Josefu Sixtovi, CSc. za odborné vedení mé závěrečné práce a cenné rady poskytnuté v průběhu jejího zpracování.

ANOTACE A KLÍČOVÁ SLOVA

Tato práce přibližuje zavádění systému sekvenční výroby na výrobní lince společnosti Škoda Auto a.s. v Mladé Boleslavi a shrnuje veškeré charakteristiky, základy, výhody a nevýhody, způsob zavádění a ekonomické posouzení tohoto systému.

Cílem práce je představit řízení závodu podle principu perlového pásu a metody používané k analýze současného stavu výrobního procesu, převážně pak mapování toku hodnot a analýzu problémových míst metodou Five Whys a za pomoci diagramu Ishikawa. Důležitou částí práce je návrh struktury workshopu pro analýzu současného stavu a představení systému ukazatelů pro monitorování a hodnocení úspěšnosti zavedené koncepce jednak v teoretické rovině a na základě zkušeností a dat získaných z pilotního workshopu k principu perlového pásu ve společnosti Škoda Auto a.s. také v rovině praktické.

KLÍČOVÁ SLOVA

Sekvenční výroba, stabilní výroba, FIFO, perlový pás (náhrdelník), logistika, řízení výroby, mapování toku hodnot, diagram Ishikawa, workshop, Just in Time, Just in Sequence, Five Whys.

ANNOTATION AND KEYWORDS

This work approximates the implementing of sequential production system on assembly line at Škoda Auto company in Mladá Boleslav and summarizes all characteristics, basics, advantages and disadvantages, the way of implementing and economic examination of this system.

The aim of this work is to present the system of establishment control according to pearl chain principle and the method used to analysis of current stadium of production process, especially mapping of value stream and analysis of problem spots by Five Whys method and by help of diagram Ishikawa. A very important part of this work is a proposal of workshop structure for current stadium analysis and presentation of indicant system and monitoring. In the final part of this work is presented the evaluation of implemented conception fruitfulness both in theoretical level and on the basis of experiences and data gained from pilot workshop to pearl chain principle in Škoda Auto company in practical level.

KEYWORDS

Sequential production, stable production, FIFO, pearl chain, logistics, management of production, value stream mapping, Ishikawa diagram, workshop, Just in Time, Just in Sequence, Five Whys.

OBSAH

Prohlášení	3
Poděkování	4
Anotace a klíčová slova	5
Annotation and keywords	6
Obsah	7
Seznam symbolů a zkratek	10
Seznam obrázků.....	11
Seznam tabulek	11
Úvod	12
1 Historie Škoda Auto a.s.....	14
2 Základy principu perlového pásu	18
2.1 Metody LEAN	19
2.2 Andon.....	22
2.2.1 Andon tabule	23
2.2.2 Materiálový andon.....	23
2.2.3 Kvalitativní andon (Q-andon)	23
2.1 Just in Time a Just in Sequence	24
2.2 PULL versus PUSH princip.....	26
2.3 FIFO	27
3 Definice principu perlového pásu.....	28
3.1 Návaznost na ostatní koncepty Škoda	29
3.1.1 Proces zakázek zákazníků	29
3.1.2 Výrobní systém Škoda	29
3.1.3 Nový logistický koncept.....	30
3.2 Oblasti působení perlového pásu	31
3.3 Cíle principu perlového pásu	33
4 Workshop jako nástroj procesní analýzy	35
4.1 Základní charakteristiky workshopu – svařovna A5	36
4.2 Osnovy workshopu	37
4.2.1 Úvod WS	38
4.2.2 Průběh WS.....	38
4.2.3 Závěr WS.....	39

4.2.4	Obecná pravidla.....	39
4.3	Analytické metody použité při workshopu	39
4.3.1	Mapování toku hodnot	39
4.3.2	Bod turbulence a diagram Ishikawa	45
4.3.3	Bod turbulence a metoda Five Whys	48
4.3.4	Modelování průběhu procesu	49
4.3.5	Definování možných opatření	49
4.4	Dosavadní zkušenosti s principem perlového pásu	50
4.4.1	Audi a.s. Neckarsulm	50
4.4.2	Volkswagen Nutzfahrzeuge Hannover.....	51
4.4.3	Volkswagen Sachsen.....	52
5	Měření a ukazatele principu perlového pásu	54
5.1	Základní údaje.....	54
5.2	Ukazatele	55
5.2.1	Rozmezí sekvencí.....	55
5.2.2	Porušení sekvence	56
5.2.3	Směrodatná odchylka rozmezí sekvencí	57
5.2.4	Kvalita perlového pásu.....	58
5.2.5	Dodržení pozice perlového pásu	59
6	Analýza současného stavu.....	61
6.1	Mapování procesu.....	61
6.1.1	Základní mapa procesu.....	62
6.1.2	Zkušební měření PKG	64
6.2	Analýza turbulentních bodů	66
6.2.1	Výpočet stupně turbulence	67
6.2.2	Přehled zjištěných turbulentních bodů	68
7	Návrh organizačních opatření.....	70
7.1	Místa vyjímání	70
7.2	Kapacitní zásobník bez principu FIFO	71
7.3	Řízení paralelních procesů	71
7.4	Řízení zásobníků.....	72
7.5	Synchronizace pobočných linek	73
7.6	Vizualizace stavu výroby.....	73

7.7	Opatření pro nové závody a výrobní linky	73
8	Zhodnocení a přínosy principu perlového pásu	75
8.1	Zlepšení průchodnosti zakázek	75
8.2	Vyrovnění a zkrácení průběžné doby výroby	75
8.3	Snížení počtu zásahů do pořadí FIFO	75
8.4	Vyšší míra uspokojení požadavků zákazníků	76
8.5	Jednodušší orientace ve výrobním procesu	76
8.6	Položení základu pro efektivní systém JIS	76
8.7	Snížení objemu držených zásob.....	77
Závěr		78
Seznam použité literatury		80
Seznam příloh		83

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

A	průměrný počet turbulentních karoserií za směnu	VSM	Value stream mapping
B	průměrný počet ztracených pozic na karoserii	VSS.....	výrobní systém Škoda
FIFO	First In – First Out	VW	Volkswagen
JIS	Just in Sequence	WS	workshop
JIT	Just in Time	x	povolené zpoždění položky
NLK	nový logistický koncept	X _{SUS}	počet vozů ve správném pořadí
NVA	not value added	Y _{SUS}	počet vozů chybějících v sekvenci
øSQA ...	průměrná hodnota SQA v rozsahu měření	Z _{SUS}	počet vozů v nesprávném pořadí
PFT	dodržení pozice PP	σ	směrodatná odchylka rozmezí sekvencí
PKG	kvalita perlového pásu		
P _M	počet položek neobsažených v sekvenci		
P _{MP}	počet položek mimo plánovanou pozici		
PP	perlový pás		
P _R	počet položek v rozsahu měření		
P _{SQA>0} ...	počet zpožděných položek v rozsahu měření		
P _{SQA>x} ...	počet položek zpožděných o více než „x“ v rozsahu měření		
SQA	rozmezí sekvencí		
SQA _i	SQA i-té položky		
ST	stupeň turbulence		
SUS	stupeň udržení sekvence		
SV	porušení sekvence		
TPT	total production time		
VA	přidaná hodnota		
VA _i	index přidané hodnoty		

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Pilíře perlového pásu	18
Obr. 2 Princip rybí kosti	20
Obr. 3 Princip tahu	26
Obr. 4 Řízení výroby podle principu perlového pásu.....	28
Obr. 5 Domek synchronního podniku	30
Obr. 6 Nivelizovaná a vyhlazená výroba.....	31
Obr. 7 Workshopový cyklus.....	35
Obr. 8 Doplnující symboly VSM	40
Obr. 9 Přehled základních symbolů VSM.....	41
Obr. 10 Příklad tabulky procesu	43
Obr. 11 Časová osa.....	44
Obr. 12 Příčiny porušení sekvencí.....	46
Obr. 13 Matice ABC.....	47
Obr. 14 Stromový diagram Five Whys.....	48
Obr. 15 Příklad výpočtu hodnoty SUS	51
Obr. 16 Výpočet SQA	56
Obr. 17 Výpočet SV	57
Obr. 18 Výpočet σ	58
Obr. 19 Výpočet PKG	59
Obr. 20 Výpočet PFT	60
Obr. 21 Mapa procesu se zvýrazněnými turbulentními body (svařená karoserie a finiš 1) ..	63
Obr. 22 Mapa toku hodnot (unterbau)	64
Obr. 23 Porovnání metodik výpočtu PKG	65
Obr. 24 Formulář analýzy místa turbulence	67
Obr. 25 Příklad porušení pořadí	69

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Osnovy workshopu.....	37
------------------------------	----

ÚVOD

Aby současné výrobní podniky dokázaly plnit všechna očekávání zákazníků a našly stabilní postavení v dnešní silné konkurenci, musí se vyvarovat zbytečných procesů a plýtvání, ke kterému dochází na výrobních linkách, a musí procházet neustálým vývojem, ať už se jedná o procesy zeštíhlování jak výroby, tak i logistiky, zavádění systémů JIT a JIS nebo speciálních systémů pro řízení zakázek, výroby a distribuce. Pouze v takovém případě, kdy výrobní podnik dokáže držet krok s technickým a systémovým vývojem a zvládá odpovídat na všechny kroky konkurence vedoucí k vyšší efektivitě a bezchybnosti výroby, může v konkurenčním prostředí obstát. Naopak podniky, které mají dostatek vlastní invence (pokud se budeme bavit o automobilovém průmyslu, můžeme za takový podnik považovat např. automobilku Toyota) a dokážou své dobré nápady zavést do praxe a vytěžit z nich maximum, potom v konkurenci vyniknou a často se pro ostatní podniky stávají jejich systémy vzorem a studnicí námětů pro zlepšení.

Tato práce se snaží přiblížit zavádění inovativního systému na výrobní lince společnosti Škoda Auto a.s. v Mladé Boleslavi. Diplomová práce shrnuje veškeré charakteristiky, základy, výhody a nevýhody, způsob zavádění a ekonomické posouzení tohoto systému.

Cílem práce je představit řízení závodu podle principu perlového pásu, metody používané k analýze současného stavu výrobního procesu a systém ukazatelů pro monitorování a hodnocení úspěšnosti zavedené koncepce jednak v teoretické rovině a na základě zkušeností a dat získaných z pilotního workshopu k principu perlového pásu ve Škoda Auto a.s. také v rovině praktické.

Na následujících stránkách čtenář nalezne stručnou historii společnosti Škoda Auto a.s. se zaměřením na rozvoj společnosti a zavádění nových logistických principů. Dále pak teoretický úvod do problematiky řízení závodu podle principu perlového pásu s popisem základních pilířů, bez kterých by tento princip nebylo možné zavést, významných bodů nově zaváděného konceptu, jeho cílů a přínosů. Následující část práce shrnuje a popisuje jednotlivé verbální, logické, matematické, statistické a další metody zkoumání současného stavu. Poslední část práce popisuje průběh workshopu ve svařovně A5 závodu Mladá Boleslav, tedy analýzu současného stavu v praxi na konkrétním

příkladu. Cílem analýzy je přinést detailní popis kritických míst na lince, která zabraňuje plynulému řízení výroby podle principu perlového pásu. Tato místa budou posléze prozkoumána a samozřejmě je cílem projektu, aby byla i odstraněna, proto jsou v sedmé kapitole uvedena opatření pro zlepšení současného stavu. V závěru práce jsou navrhovaná opatření zhodnocena jednak ekonomicky, tak i na základě předpokládané úspěšnosti při jejich aplikování.

1 HISTORIE ŠKODA AUTO A.S.

Počátek historie automobilky Škoda Auto se datuje do roku 1885, kdy byla mechanikem Václavem Laurinem a knihkupcem Václavem Klementem založena továrna Slavia vyrábějící jízdní kola. Pouhé dva roky jim stačily k tomu, aby na trh uvedli celou paletu kol pro muže i ženy. Nakonec ale nezůstalo pouze u jízdních kol a roku 1899 se v továrně začaly vyrábět motocykly pod značkou Laurin a Klement, s nimiž firma dosáhla velkého úspěchu (do r. 1909 bylo vyrobeno téměř 4000 kusů), na který navázala v roce 1905 sériovou výrobou automobilů.

Prvním vozem, který opustil brány závodu a který dnes již můžeme považovat za legendu, byl model Voiturette A. Tento vůz pomohl nejenom firmě Laurin a Klement k vybudování pozice velice silného automobilového producenta jak na domácím trhu, tak i v zahraničí, ale především přispěl k rozvoji průmyslu, který vedl k ekonomickému růstu Království českého. V průběhu let 1905 - 1907 bylo vyráběno hned několik modelových řad vozu Voiturette (již zmiňovaný typ A a dále typy B až E), lišící se především motorizací. Typ D jako první využívá čtyřválec. Modely vznikající v dalších letech úspěšně navázaly na prodeje modelu Voiturette a rostoucí produkce vedla k rozhodnutí o přeměně podniku na akciovou společnost.

Závod se úspěšně rozrůstal až do roku 1914, kdy se musel účastnit válečné výroby. Stagnace způsobená válkou vyústila v hledání silného partnera, který byl nalezen v podniku Škoda Plzeň, výrobci lokomotiv, mostních konstrukcí, zbraní a pod., proto také v roce 1925 dochází ke změně jména na Škoda (vozy navržené před rokem 1925 byly značeny logem L & K i Škoda - znak L & K byl použit naposledy na nákladním voze typu 505 v roce 1933). Po sloučení těchto dvou podniků byly modernizovány prostory v Mladé Boleslavi a byla vystavena nová karosárna a hala mechaniky. Nejúspěšnějším vozem té doby byl model 110, vyvinutý ještě před rokem 1925. O pět let později došlo k další významné události v historii automobilky, a to k vyčlenění automobilové výroby v rámci skupiny Škoda a změně názvu, vzniká tedy Akciová společnost pro automobilový průmysl (ASAP). Vozy vyráběné ve třicátých letech, z nichž je potřeba jmenovat zejména model 420 Popular a další automobily vyráběné ke konci třicátých let, jako byly modely Rapid, Favorit a Superb, byly opět velkým úspěchem automobilky hned z několika důvodů.

Asi hlavním stimulem prodeje byly úspěchy na mezinárodních soutěžích a velké výpravy, například ta, kterou podnikli manželé Škulínovi napříč Afrikou se sériovou Škodou Rapid.

Velký zlom v celkovém vývoji automobilky přinesla německá okupace a následně druhá světová válka. Mezi lety 1939 - 1945 byla automobilka využívána výhradně pro vojenské potřeby. Vyráběny byly nejenom části zbraní, ale také různá terénní vozidla (tahače RSO). V polovině roku 1945 bylo město Mladá Boleslav a hlavně areál automobilky bombardován neoznačenými letouny, přesto se již za pár měsíců podařilo obnovit výrobu. I když by se mohlo zdát, že automobilka naváže na předválečné úspěchy stejně, jako se to podařilo po první světové válce nebo po hospodářské krizi, vize světově úspěšné a prosperující firmy se rozplynuly s nástupem komunistického režimu. Firma byla znárodněna, přejmenována na Automobilové závody, národní podnik, Mladá Boleslav (AZNP) a veškeré výrobní programy se staly součástí centrálního plánování. K automobilce byly přiřazeny závody v Kvasínách a ve Vrchlabí. Vozy 1101, vyráběné v této době, byly hlavním vývozním artiklem, z celkové produkce byla drtivá většina určena pro export a na domácí trh se dostaly pouze jednotlivé kusy. I když automobilka disponovala kvalifikovanou pracovní silou a vznikalo poměrně velké množství nápadů a návrhů na nové vozy, často byla konečným řešením výroba pouze jednoho typu vozu, který byl konstrukčně jednoduchý a vhodný pro tvorbu velkého množství karosářských variant. Takovým vozem byl i model Škoda 1200, který se vyráběl jako roadster, kombi, pickup i malá dodávka.

Další historický zlom ve vývoji firmy nastal v roce 1964, kdy byl dostavěn a otevřen nový závod a začala výroba úplně nového vozu s koncepcí samonosné karoserie, modelu 1000 MB. V šedesátých a sedmdesátých letech vznikalo velké množství prototypů ve spolupráci s designérským studiem ItalDesign, některé z nich byly skutečně povedené, například Škoda 720, což je vůz, který ve své době mohl konkurovat i prémiovým značkám jako je BMW. Spolupráce s italskou firmou měla ještě jeden přínos, a tím bylo zavedení moderních metod práce. Bohužel při tehdejší ekonomické situaci bylo nakonec od výroby modelu 720 upuštěno, přestože již byl vývoj vozu ukončen a funkční prototypy úspěšně prošly testováním. Konečným řešením bylo přebudování vozu 1000 MB na známý model 100/110, kde zásahy do konstrukce byly tak malé, že bychom dnes tyto provedené změny

nazvali spíše faceliftem, než abychom je vydávali za nový model. Přestože spolupráce se studiem Italdesign pokračovala i nadále a vzniklo poměrně velké množství studií a modelů, až do roku 1989 se automobilka neodchýlila od koncepce „vše dozadu“, čímž je myšleno umístění motoru vzadu a použití zadního náhonu. Postupně jsou představeny modely Škoda 110 R, ve své závodní verzi velice úspěšný vůz, Škoda 105 a 120, které byly vyráběny v několika různých úpravách. Zlom znamenal až rok 1987, kdy byl představen automobil s motorem vpředu, navržený slavným designérem Bertone, později prodáváný pod názvem Favorit a Forman v provedení kombi.

Po roce 1989 je jasné, že automobilka v současné podobě nemůže dále fungovat a potřebuje restrukturalizaci spojenou s přílivem kapitálu. V roce 1990 vybírá vláda pro spolupráci koncern Volkswagen, o rok později vstupuje tento partner do automobilky 30 % účastí, v příštích letech dochází k dalšímu přelévání akcií a od roku 2000 je Volkswagen stoprocentním vlastníkem současné automobilky Škoda Auto a.s. Během spolupráce se modely Favorit a Forman dočkávají modernizace, ale prvním modelem, vznikajícím výhradně ve spolupráci s Volkswagemem, je vůz Škoda Felicia, který poprvé opouští brány závodu v roce 1994, v roce 1995 následovaný modelem Felicia Combi. V dalších letech vznikají modely dnes běžně potkávané na našich silnicích. Prvním z nich je Škoda Octavia, jenž jako první využívá koncernovou strategii použití stejné platformy pro více vozů, a později modely Fabia a Superb. V době vstupu Volkswagenu do automobilky se objem roční výroby vozu Favorit pohyboval kolem 180 000 kusů, v současné době je objem prodejů na hranici 675 000 kusů a v následujících letech je při příznivé ekonomické situaci plánováno vyrobit až jeden milion vozů ročně. Velice důležitý je také trend, s jakým dochází k růstu podílu zahraničního prodeje na prodejích celkových. Zatímco v roce 1991 bylo na 30 trzích prodáno 172 tis. vozů, přičemž podíl exportu byl 28 %, v roce 2008 se vozy Škoda prodávaly již na 101 trhu, prodáno bylo 675 tis. vozů a podíl exportu činil 91 %.

Od začátku spolupráce s Volkswagemem procházejí neustálým rozvojem také prostory automobilky. V roce 1999 byl položen základní kámen pro nový závod na výrobu motorů, o rok později byla otevřena hala M 13, kde jsou dnes montovány vozy Octavia. V roce 2001 byla dokončena modernizace závodu v Kvasinách a otevřen již zmiňovaný

závod na výrobu motorů. V roce 2003 došlo ke změnám z pohledu logistiky, stále se zvyšující tlak na vyšší konkurenceschopnost a tím pádem i tlak na snižování nákladů a potřebu času vedl k zavedení nových logistických konceptů v duchu filosofie "Lean". Těmito koncepty jsou Just in Time a Kanban, které jsou zaměřeny na obrátku kapitálu tak, že optimalizují dodávky materiálu na výrobní linku v okamžiku potřeby a v potřebném množství.¹

V současné době je Škoda Auto významným průmyslovým podnikem vyrábějícím pět modelových řad a prodávajícím téměř 700 tis. těchto vozů na 101 trhu. Firma zaměstnává 27 257² zaměstnanců a hospodaří s čistým ziskem 11 267 mil. Kč³.

¹ Škoda Auto a. s. [online]. 2010 [cit. 2010-01-29]. 100 let automobilové historie. Dostupné z WWW: <<http://www.skoda-auto.com/moss-cze/100/home/>>.

² *Pololetní zpráva k 30. 6. 2009*. Mladá Boleslav: Škoda Auto a.s., 2009. 22 s. Dostupné z WWW: <http://skoda-auto.cz/company/CZE/Documents/Pro_investory/Pololetni_zpravy/SkodaAuto_SemiAnnualReport_2009_CZ.pdf>.

³ *Výroční zpráva 2008*. Mladá Boleslav: Škoda Auto a.s., 2008. 188 s. Dostupné z WWW: <http://skoda-auto.cz/company/CZE/Documents/Pro_investory/Vyrocni_zpravy/SkodaAuto_AnnualReport_2008_CZ.pdf>.

2 ZÁKLADY PRINCIPU PERLOVÉHO PÁSU

Veškeré výrobní podniky, což se samozřejmě týká i celého automobilového průmyslu, se dnes řídí požadavky zákazníků. Jestliže Tomáš Baťa na počátku minulého století říkal „Náš zákazník, náš pán.“, dnes tato věta získává úplně nový rozměr nejenom proto, že se svému zákazníkovi výrobci snaží vycházet vstříc a plnit jeho přání, ale s lehkou nadsázkou by se dalo říci, že zákazník je součástí výroby. A jakým způsobem tedy zákazník do výroby vstupuje? Svými požadavky určuje, co a kdy se bude vyrábět a v podstatě řídí, zadává impuls pro tvorbu výrobní sekvence automobilových podniků. Výrobní sekvencí se rozumí přesné pořadí jednotlivých konfigurací automobilů, které bude společnost vyrábět a pořadí jednotlivých soustav dílů, které budou dodavatelé na linku dodávat. Takovéto schéma by samo o sobě bylo naprosto účinné, kdybychom měli jistotu, že nikdy nedojde k odchylce na lince. Samozřejmě k odchylkám ve výrobním procesu dochází, a proto stále vznikají nové a nové systémy řízení zakázek, výroby a dodavatelského řetězce. Jedním z těchto systémů je i logistika perlového pásu. Abychom mohli o tomto systému dále hovořit, je nejprve nutné přiblížit si pilíře, na kterých perlový pás stojí, viz obr. 1.



Zdroj: Vlastní zpracování.

Obr. 1 Pilíře perlového pásu

Název perlový pás nebo perlový náhrdelník je jiným výrazem pro slova sekvenční výroba. Sekvenční výroba představuje za sebou seřazené zakázky, stejně jako jsou na náhrdelníku seřazené perly. Tyto perly, resp. zakázky jsou řazeny v neměnném pořadí.

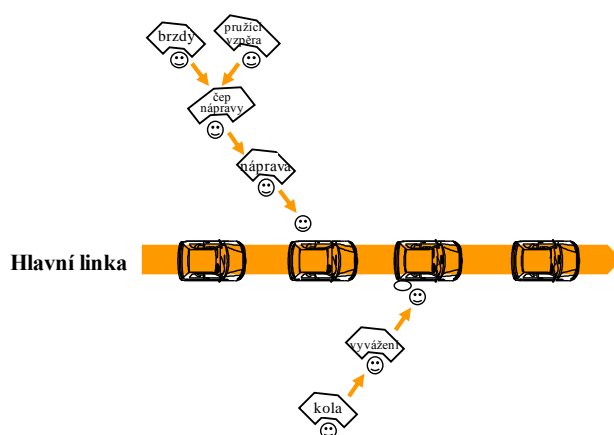
Každý nový systém má svůj základ nebo je založen na vědomostech a dílčích systémech, které se už osvědčily a jsou ve výrobě s větším či menším úspěchem využívány. Tyto dílčí systémy, na kterých nový projekt stojí, můžeme nazývat pilíři. V případě perlového pásu mezi tyto pilíře patří metody štíhlé výroby a logistiky, systém řízení dodavatelského řetězce JIT a JIS, pull princip a metoda FIFO. Předpokladem pro zavedení logistiky perlového pásu je kontinuální výroba, která bývá charakterizována jako hromadná výroba homogenního produktu, případně produktu rámcově stejného, pouze s malými obměnami vzhledu, kde jsou přechody mezi jednotlivými operacemi plynulé (pásová výroba) a kde dochází k minimálnímu skladování.

2.1 Metody LEAN

Úplným základem pro zavedení perlového pásu jsou metody štíhlé výroby a štíhlé logistiky (lean production a lean logistic), zakomponované do výrobního systému. Systém, který byl vyvinut firmou Toyota v polovině dvacátého století, si klade za cíl odstranit veškeré plýtvání ve společnosti a vyrábět pouze takové zboží a v takovém množství, jaké si přeje zákazník. Tento systém se stal předlohou pro mnoho tvůrců výrobních systémů v mnoha podnicích. Systém zařazuje plýtvání, pro jeho rychlejší odhalení a identifikaci, do předem určených skupin, kterými jsou nadvýroba, zbytečné procesy, dlouhé zásobovací cesty, nadbytečné zásoby, čekání, opravy, nedostatečná komunikace a neergonomické pracovní operace. Dalšími prvky štíhlé výroby, které nás přibližují ke konceptu perlového pásu, jsou:

- **Identický takt v oblastech** – všechny části výrobního procesu (svařovna, lakovna a montáž) pracují podle stejného taktu, který je podřízen zákaznickým požadavkům, což vede k možnosti použití principu tahu, viz dále.

- **Přísun materiálu v sekvencích** – materiál je na linku navážen podle principu JIS, viz dále.
- **Rybí kost** – tento model zobrazuje systém navážení materiálu na linku, kdy jednotlivé montážní díly, součásti, moduly navážíme na linku přesně ve stanoveném pořadí, množství, ve stanoveném čase a na dané místo zástavby do vozu, viz obr. 2, čímž dochází k eliminaci nadbytečných zásob okolo výrobní linky.



Zdroj: Intranet společnosti Škoda Auto a.s.

Obr. 2 Princip rybí kosti

- **Pevné pořadí zakázek** – snaha vyvarovat se změnám v sekvencích, které jsou způsobeny odchylkami ve svařovně nebo lakovně, po kterých je nutné vyjmout karoserii z výrobního toku. Po tomto citelném zásahu dojde k porušení pořadí zakázek a ztížení práce dodavatelů, kteří musí měnit své dodávky dílů.
- **Kanban** – slovo pocházející z japonštiny v češtině znamená karta. A k čemu že tato karta slouží? Jedná se o kontrolní nástroj i prostředek pro upozornění na určitou skutečnost, nejčastěji na minimální stav materiálu, a pro následnou objednávku. Každý montážní díl nebo modul je dodáván s kartou – jakýmsi dodacím listem, který je využíván pro sledování stavu zásob. V okamžiku, kdy počet dílů dosáhne vizualizované minimální zásoby, je pomocí kanbanu provedena odvolávka materiálu. Jednoduše v okamžiku, kdy na lince klesá zásoba

materiálu, je pomocí kanbanu dán impuls logistice, která působí jako dodavatel, k navezení další zásoby.

Výhodou systému Kanban je snížení objemu dodávek montážních dílů na výrobní linku, což umožňuje snížení celkové zásoby zástavbových dílů na lince a vede k úsporám prostor a snižování nákladů. Dále Kanban určitou měrou zpřehledňuje orientaci v potřebě materiálu (veškeré požadavky jsou znázorněny na Kanban tabuli) a umožňuje podnikům přejít od tlačného principu k principu tažnému.⁴

- **Heijunka** – vyrovnaní (vyhlazení) výroby, také vnáší do výrobního procesu řád. K vyrovnaní dochází pomocí objemu a skladby sortimentu. Standardní řazení zakázek má tendenci ke slučování stejných typů konečného produktu do uceleného celku, to znamená, že společnost na výrobu jízdních kol bude nejprve vyrábět kola dětská, po přetypování kola dámská a ke konci pracovního týdne, po dalším přetypování, začne vyrábět kola pánská. Takový postup má svá slabá místa. Jedním z nich je nepředvídatelné chování zákazníků, kteří mohou na začátku týdne požadovat pánská kola, která ještě nebyla vyrobena, a naopak nemusí být takový zájem o kola dětská, proto dochází k nežádoucí výrobě „na sklad“. Tento systém výroby s sebou také nese nestejně rozložení materiálové potřeby. Vyrovnaná výroba, systém fungující na základech dalších metod štíhlé výroby, přináší úplně jinou skladbu výrobního plánu, kdy jsou v jednom dni nebo výrobním cyklu vyrobeny různé modely. Vyrovnaní výroby je výhodné zejména pro schopnost rychlejší reakce na požadavky zákazníka, snížení rizika neprodaných výrobků a lepšího využití pracovníků a strojů.⁴
- **Trailer vláček** – jiným názvem „milk run“ (název vznikl podle inspirace systémem v servisu dodávek mléka ve Velké Británii), je způsob zásobování sběrnou službou. Obvykle mezi linkou a skladem (supermarketem) jezdí po nejkratší a nejúspornější trase zásobovací vláček. Jízdy vláčku probíhají v pravidelných intervalech podle předem stanoveného jízdního řádu. Systém neřeší jen dodávky montážních dílů,

⁴ API – Akademie produktivity a inovací [online]. 2009 [cit. 2010-02-17]. Štíhlá logistika a materiálový tok. Dostupné z WWW: <<http://e-api.cz/page/67820.stihla-logistika-a-materialovy-tok/>>.

ale i sběr obalového materiálu, kde často prázdné zásobníky fungují jako impuls k dodávce, tedy jako objednávka.⁵

- **Vizualizace** – nebo také vizuální management má několik částí, které mají jednu společnou vlastnost a tou je rychlá orientace ve stavu zásob, prostorovém uspořádání nebo třeba stavu výroby. Vizualizace ploch usnadňuje orientaci v prostoru a přiřazuje každému objektu, který se nachází na lince, jeho předem určené místo. Tím, že jsou výrobní a odstavné plochy vizualizovány, nedochází ke změnám rozestavení zařízení od optimálního stavu a tím pádem nedochází k plýtvání. Vizualizace stavu regálů spojená se systémem Kanban řeší otázku orientace ve stavu zásob. Na každém regálu nebo zásobníku na lince je znázorněn druh a obvyklý počet materiálu, minimální stav a Kanbanová karta k tomu všemu navíc říká, jaké je objednávané množství. Vizualizace stavu výroby názorně zobrazuje výrobní plán a skutečný stav výroby, což můžeme považovat nejenom za informační, ale i motivační prvek.

2.2 Andon

Slovo andon je ve staré japonštině výrazem znamenajícím lampa (přesněji lampa papírová, zřejmě lampion). Jako pojmenování bylo vybráno pro schopnost tohoto systému přitáhnout pozornost na určité pracoviště, upozornit na odchylku a také motivovat pracovníky k lepším výkonům. Je součástí vizuálního managementu.

Hlavní myšlenkou systému andon je přenesení možnosti rozhodovat o řešení problémů na výrobní dělníky, kteří se stávají kontrolory kvality. V Toyotě systém funguje následovně: dělník, který zjistí anomálii na výrobní lince (závada na vozidle, na výrobním zařízení, nepřesný díl...), stiskne andon tlačítko, čímž dojde k okamžitému zastavení výrobní linky a k signalizaci problému na andon tabuli. Toto zastavení nejen vytváří prostor pro vyřešení problému, ale také přitáhne pozornost na pracoviště, odkud byla linka zastavena, a motivuje pracovníky k rychlému řešení problému. Systém počítá se zrušením

⁵ UHERČÍK, M. Milk-run zásobovanie. Klub logistiky - blog [online]. 13. 03. 2009, [cit. 2010-04-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.klublogistiky.sk/?p=1285>>.

veškerých pracovišť, kde dochází k odstraňování závad na vozidlech, protože závady jsou odstraňovány přímo na lince.

Ve firmě Škoda se můžeme setkat s několika formami systému andon.

2.2.1 Andon tabule

Andon tabule umístěná přímo na výrobní lince je zobrazovací médium umožňující vizualizaci stavu výroby. V reálném čase zobrazuje plán, trend a skutečný stav výroby, informace o stavu kvality, případně informace o závadách na výrobních zařízeních.

2.2.2 Materiálový andon

Materiálový andon je logistickou částí systému využívaného ve firmě Škoda a slouží k odvolávce materiálu.

Po stranách montážní linky, nad příslušným materiálem, jsou umístěna odvolávací tlačítka sloužící k rychlému upozornění na potřebu materiálu. Odvolávací tlačítko je žlutý ovladač, na jehož těle je umístěno tlačítko pro rychlé informování pracovníka logistiky o potřebě materiálu a kontrolka upozorňující na stav odvolávky, přičemž možné stavy jsou následující:

- kontrolka svítí – materiál byl odvolán a čeká se na jeho vyexpedování ze skladu
- kontrolka bliká – materiál byl vyexpedován a nachází se ve stavu doručení na linku

2.2.3 Kvalitativní andon (Q-andon)

Po vzoru Toyoty (přístup jidoka) byl navržen a zaveden systém Q-andon, nový koncept sledování a udržení kvality. Jak píše L. Jirutka v interním materiálu firmy Škoda [1, s. 3], Q-andon má tyto předpoklady:

- „*Q-andon je primárně zaměřen na zabudování kvality do procesu*“

- *má vliv na růst produktivity*
- *Q-andon je založen na principu okamžitého přerušení výrobního procesu v případě výskytu procesní abnormality, nikoliv na následném zkoumání údajů o kvalitě*
- *zastavení procesu dramatizuje situaci a tlačí pracovníky k zásadním procesním zlepšením a odhaluje problémy*
- *je založen na stoprocentní kontrole znaků, nikoliv na kontrole výběrové“*

Každý pracovník provádí kontrolu v každém bodě procesu, má povinnost upozornit na jakoukoliv odchylku, kdykoliv ji zpozoruje, a každá opakovaná chyba musí být postoupena řešitelskému týmu. Jakákoliv odchylka od standardu je vizualizována, zdokumentována a dle četnosti výskytu je pracováno na odstranění opětovného vzniku této chyby.

Výhodou Q-andonu je schopnost okamžité detekce chyby a jejího odstranění, zlepšení výrobního procesu a aktivní zapojení všech zaměstnanců do procesu hodnocení kvality, což vede k větší kultivovanosti výroby a dosažení požadovaného stavu kvality.⁶

2.1 Just in Time a Just in Sequence

Just in Time a Just in Sequence jsou filosofie řízení výroby, které byly vytvořeny automobilovými výrobci s cílem eliminovat nadbytečné zásoby montážních dílů na lince (v závodě). Vznik těchto principů se datuje do 80. let 20. století a dalo by se říci, že jsou přímým opakem principu Just in Case, kdy výrobní závody drží záměrně vyšší zásoby dílů pro případ, kdyby došlo k nečekané odchylce ve výrobě a současně zvýšené potřebě materiálu. Princip Just in Case je velice náročný na skladové plochy a kapitálově náročný z důvodu velkého objemu prostředků vázaných v „pro jistotu“ držených zásobách.

Princip Just in Time, někdy česky nazývaný „právě včas“, je zásobovací koncept vymyšlený automobilkou Toyota, kdy dodavatel svému odběrateli dodává zboží právě v okamžiku, kdy je požadováno. Díly jsou do výrobního toku dodávány právě ve chvíli,

⁶ NANÁŠI, J. *Implementace systému Q-andon na montáži vozů Kvasiny*. Mladá Boleslav: Škoda Auto a.s., cca 2008, s. 5.

kdy jsou potřeba a v požadovaném množství. Pro správné fungování principu JIT je nutné vybudování stabilní dodavatelské základny, dodavatelé musí být spolehliví, flexibilní a schopní rychle uspokojit požadavky zákazníka. Z důvodu vyšší náročnosti na rychlost dodávky bývá často výroba dodavatele umístěna přímo v areálu závodu odběratele. Velké nároky jsou také kladeny na včasný přenos informací, proto jsou budovány informační systémy mezi odběratelem a dodavatelem, popřípadě je dodavatel přímo napojený na materiálové systémy odběratele.

Výhody JIT:

- pokles držených zásob, zásobování je řízeno operativně
- zkrácení doby toku materiálu
- z důvodu nižší zásoby materiálu klesá i prostorová náročnost
- dodavatelé používají standardizované přepravní obaly a tím dochází ke snížení nutnosti přebalování dodaných dílů

Naopak nevýhodou systému JIT je vyšší náročnost na infrastrukturu z důvodu navýšení dopravy a z toho plynoucí navýšení exhalací.

Systém JIT je sice řešením pro odbourání nadbytečných zásob, ale v současné automobilové výrobě, kdy je denně vyráběno až několik stovek vozů, jejichž provedení a výbavy jsou konfigurovatelné a pomalu každý vyrobený vůz je jiný, samotný JIT nestačí. Z toho důvodu vznikl princip řízení Just in Sequence, pomocí kterého je díl na linku přiváděn v přesném pořadí, ve kterém bude montován do vozu.

Pořadí výroby, které je plánováno dopředu podle požadavků zákazníků, se dodavatelé dozvídají, dá se říci, na poslední chvíli a navíc ani nemusí být konečné, jelikož v každé výrobě dochází k odchylkám od standardu (např. vady laku...) a tím dojde k vyřazení karoserie z výrobního toku a porušení plánované sekvence a po opravení chyby ke zpětnému zařazení karoserie do toku na jiném místě. Z tohoto důvodu musí dodavatel jednat velmi operativně a musí být schopný včas dostát svým závazkům a díly „narychlo“

dodat, případně přeskupit sekvenci, což klade velké nároky na organizaci dodavatelů a na použitý informační systém.⁷

Až do tohoto místa byly principy JIT a JIS popisovány jako systémy řízení zakázek mezi dodavatelem a odběratelem, ale ve skutečnosti jsou oba principy filosofií řízení celého výrobního a materiálového toku, která se přizpůsobuje požadavkům zákazníků. Funguje zde princip nabídky a poptávky. Dochází tedy k tomu, že podnik vyrábí to zboží, které je právě teď poptáváno, a poptává právě v tuto chvíli potřebné materiálové vstupy, kterými zabezpečí výrobu poptávaného výrobku, tedy nepoptává zboží, které by šlo na sklad, ale pouze to zboží, které právě teď zpracuje.

2.2 PULL versus PUSH princip

Push princip, také nazývaný jako princip tlaku, znamená řízení výroby a sekvencí plánem. Podnik tlačí výrobky do logistického řetězce na základě znalosti poptávky po daném produktu. Jiným, dnes častěji používaným principem je tažný (pull) princip, kdy je výroba tažena zákazníkem, plán výroby a sekvence jsou stanovovány přímo na základě požadavků a objednávek zákazníků. Pull princip mezi dvěma pracovišti nebo výrobními procesy můžeme také nazývat jako princip „zákazník – dodavatel“, kdy následující pracoviště obdrží zakázku až po odeslání požadavku. Hlavním záměrem pull systému je snížení zásoby materiálu a výroby „na sklad“ pomocí řízení výroby přímo na základě poptávky po produktu.



Zdroj: Vlastní zpracování.

Obr. 3 Princip tahu

⁷ SCHWOB, R.; CHOC, D. Just-in-Sequence aneb na rudé auto rudá zrcátka. *AIMagazine online* [online]. 2007, [cit. 2010-02-24]. Dostupný z WWW: <<http://aimagazine.cz/vyroba/60-just-in-sequence-aneb-na-rude-auto-ruda-zrcatka>>.

Jak je vidět z obrázku, pull systém v sobě zahrnuje také určitý prvek kvality, jestliže je výrobek z prvního článku odeslán ke článku druhému až na základě objednávky, může druhý článek sledovat kvalitu výrobku, tedy přejímá pouze výrobky bezvadné. Pull princip je výhodný z důvodu rychlého přizpůsobení se požadavkům zákazníků, dochází k okamžité reakci, jestliže zákazníci změni svá přání (tedy nepodléhá plánování výroby podle trendů). Při použití pull principu není tak vysoká vázanost zásob v procesu, nedochází tedy k tak vysoké vázanosti kapitálu jako v případě principu tlaku. Nevýhodu při přechodu na pull princip je nutná změna myšlení pracovníků, kteří často bývají konzervativní a nemívají kladný vztah k inovativním systémům, proto je nutné informovat je o výhodách pull principu a dobře je seznámit s prováděnými změnami.⁸

2.3 FIFO

Metoda FIFO (First In – First Out) v logistice vyjadřuje přesné dodržení pořadí zakázek ale také systém, pomocí kterého je možné jednoduše identifikovat chyby v procesu. Metoda FIFO je implementovaná již v toku materiálu od dodavatele, kdy jsou využívány nákladní vozy s otevíratelnými bočnicemi na obou stranách, přičemž návěs je u dodavatele z jedné strany nakládán a u odběratele z druhé strany vykládán. Takto je dodrženo přesné pořadí FIFO na vstupu materiálu do závodu a stejně tak podle metody FIFO putuje materiál podnikem až k zástavbovému místu. Obdobně, tedy podle metody FIFO, je řízen i celý výrobní proces, kdy je dodržováno stále stejné uspořádání zakázek „první dovnitř - první ven“.

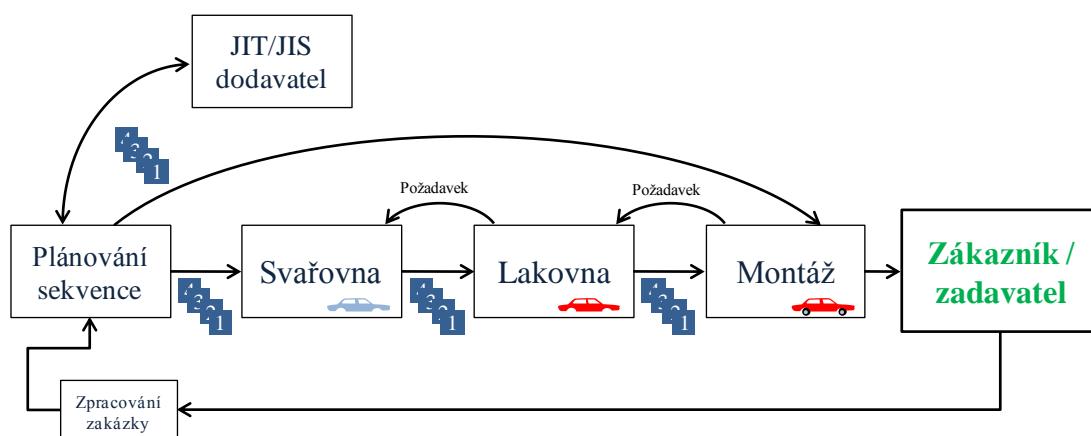
⁸ API – Akademie produktivity a inovací [online]. 2009 [cit. 2010-02-17]. Štíhlá logistika a materiálový tok. Dostupné z WWW: <<http://e-api.cz/page/67820.stihla-logistika-a-materialovy-tok/>>.

3 DEFINICE PRINCIPU PERLOVÉHO PÁSU

Mluvíme-li o principu perlového pásu, máme na mysli způsob plánování a řízení zakázek podél celého jejich toku výrobou, vyznačující se následujícími znaky:

- potřebou plánování pořadí zakázek s dostatečným předstihem
- tokem karosérií ve stanoveném pořadí přes všechny výrobní procesy

Výrobní takt je udáván montáží a ostatní procesy, jako jsou zásobování, svařovna a lakovna, se tomuto taktu přizpůsobují. Výrobní frekvenci stanovené montáží a odvozené na základě požadavků zákazníků se přizpůsobují i veškeré dodavatelské procesy.⁹



Zdroj: Vlastní zpracování na základě [16].

Obr. 4 Řízení výroby podle principu perlového pásu

Z obrázku je patrný princip udržení stejné výrobní sekvence v celém výrobním procesu (od výroby karoserie až po montáž) a zároveň úloha zákazníka jako zadavatele výroby a úloha montáže, která zadává takt pro všechny ostatní procesy.

⁹ Příručka pro realizaci "konceptu Perlenkette" v závodech koncernu Volkswagen. Stuttgart: Koncern VW, 2009. Analýza současného stavu, s. 43.

3.1 Návaznost na ostatní koncepty Škoda

Princip perlového pásu musí být zaváděn v návaznosti na ostatní dosud aplikované koncepty a filosofie řízení Škoda, které jsou stručně charakterizovány v následujících kapitolách.

3.1.1 Proces zakázek zákazníků

Jedná se o jeden ze základních obchodních procesů nejenom automobilky Škoda, ale celého koncernu Volkswagen. Hlavním cílem je podřízení obchodních zájmů a strategií výsledné spokojenosti zákazníků, zaměření na dodržování termínů, krátkých dodacích dob atd. Pro splnění výše popsaných podmínek jsou sestaveny směrnice a závazné postupy.

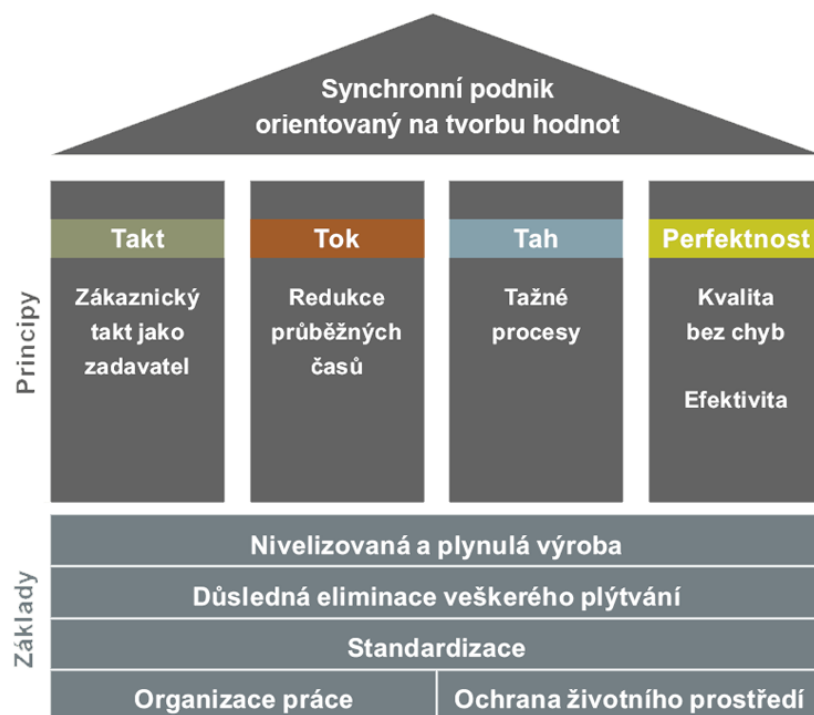
Dodržování termínů není pouze úkol pro oblast obchodu, ale hlavně pro všechny oblasti vzniku výrobku. Termíny musí být dodržovány také v procesu výroby a v ostatních procesech.¹⁰

3.1.2 Výrobní systém Škoda

Postupy navazující na proces zakázek jsou přenášeny do principů řízení továrny prostřednictvím výrobního systému Škoda (VSŠ).

VSŠ stojí na pevných pilířích, které jsou znázorněny na obr. 5. Do základů patří veškeré metody štíhlého podniku, na nichž stojí celý výrobní systém, základy mající vztah k principu perlového pásu jsou popsány níže. Takt je rytmus všech procesů ve firmě, na jehož počátku leží požadavky zákazníků, tok vyjadřuje proces jako takový, tedy celkový průběh výroby uvnitř továrny. Tah shrnuje veškeré procesy orientované na tvorbu hodnot, řízené podle pull principu. Perfektnost znamená dosahování efektivnosti, bezchybné kvality a inteligentních principů řízení.

¹⁰ Příručka pro realizaci "konceptu Perlenkette" v závodech koncernu Volkswagen. Stuttgart: Koncern VW, 2009. Úvod a základy, s. 3.



Zdroj: Intranet společnosti Škoda Auto a.s.

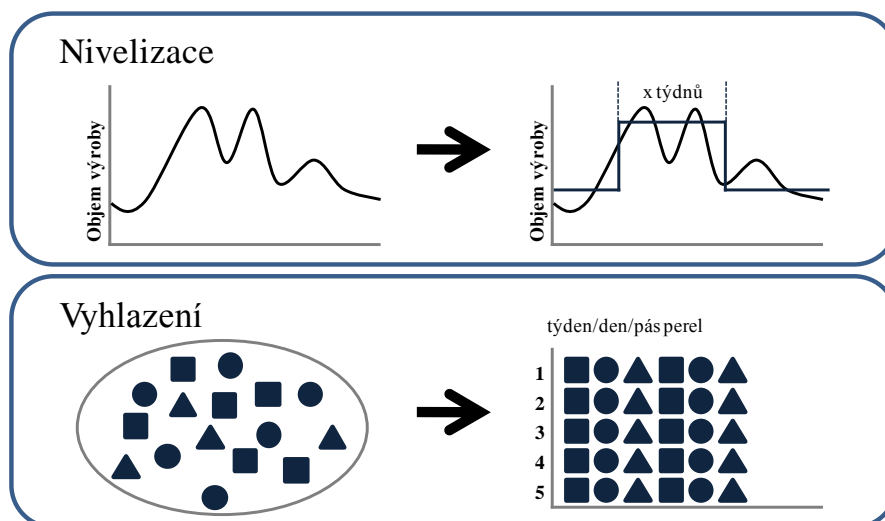
Obr. 5 Domek synchronního podniku

Jedním ze základů VSŠ je nivelizovaná a vyhlazená produkce, viz obr. 6.

- Nivelizovanou produkcí se rozumí stanovení plánu výroby podle předchozích prognóz tak, že počty vyrobených kusů za den a takt výroby budou dodržovány na stejné úrovni po delší časové období.
- Vyhlazenou produkcí se rozumí sdružování vozů podobných konfigurací do logických bloků při dodržení dodacích dob. Účelem je zjednodušení orientace při výrobě a snížení nutnosti změn konfigurací výrobních zařízení.

3.1.3 Nový logistický koncept

Princip perlového pásu je součástí konceptu zeštíhlené logistiky, která je postupně zaváděna jako nový logistický koncept v celém koncernu VW. Nový logistický koncept zasahuje do všech oblastí logistiky firmy od dodavatelské základny až po logistiku informací.



Zdroj: Zpracováno na základě [16].

Obr. 6 Nivelizovaná a vyhlazená výroba

3.2 Oblasti působení perlového pásu

Oblast informací

První popisovanou oblastí, kde působí nově zaváděný logistický koncept, je oblast toku informací. Tato oblast zahrnuje veškeré informační kanály a toky jak uvnitř společnosti, tak i v jejím okolí. V oblasti informací dochází k příjmu základních požadavků a objednávek zákazníků, které jsou zaplánovány do výrobního procesu firmy, je vytvořen výrobní program se stabilním pořadím zakázek (Pearl chain). Oblast informací zahrnuje také data jdoucí celým výrobním procesem (souvisí se stabilním pořadím zakázek, cílem „pearl chain“ je dokonalá neměnnost tohoto pořadí), datové proudy od plánování výroby až po samotný výrobní proces, ale i data plynoucí mezi firmou a jejím okolím.

Oblast interní logistiky

Tato oblast shrnuje veškeré logistické procesy uvnitř firmy. Zahrnuje činnosti od vykládky kamionů, dopravy materiálu do blízkosti linky, dopravy materiálu na místo zástavby až po zpětný tok obalů a odpadů.

Současným trendem a nutným krokem pro úspěšné zvládnutí principu tahu je zavádění supermarketů v blízkosti linek. Supermarkety nahrazují klasické sklady a mají následující funkce:

- mezistupeň mezi příjmem zboží a zástavbovým prostorem
- přebalování zboží (z velkých palet – vychystání pro linku)
- tvorba správného pořadí dílů (sekvencování)
- zásobování linky

Oblast externí logistiky

Zahrnuje vybudování cross-dock center pro překládku, kde dochází ke shromažďování a slučování zakázek. Cross-dock centra jsou budována v blízkosti odběratele z důvodu rychlejší reakce na aktuální potřebu materiálu. Externí logistika tedy zahrnuje celou cestu materiálu od dodavatele do sídla odběratele. Cross-dock centra působí jako podpůrný bod celého procesu, jakýsi spojovací článek, ve kterém dochází ke slučování jednotlivých dodávek podle principu JIS. Tento postup šetří čas potřebný pro zpracování dodávky materiálu po vstupu do závodu odběratele.

Dodavatelé

V této oblasti je snahou vybudování stálé a funkční dodavatelské základny. Je nutné získat loajální, spolehlivé a flexibilní partnery. Aby bylo možné dodavatele plně zapojit do výrobního systému automobilky Škoda, je nutné vypracovat plán spolupráce a provést kvalifikaci dodavatelů. K tomu je nutné vypracovat příručky pro dodavatele, dokumentaci průběhu spolupráce, školení a samozřejmě to nejdůležitější, vybudování fungujícího informačního systému, který napojí dodavatele přímo na informační systémy Škoda a zjednoduší, urychlí a zpřesní komunikaci mezi partnery.

Podle koncernového plánu má postupně, za použití principu JIT, docházet ke snížení počtu dodavatelů z dosavadních zhruba 1300/závod na 300 – 400 dodavatelů/závod.¹¹

¹¹ *Příručka pro realizaci "konceptu Perlenkette" v závodech koncernu Volkswagen.* Stuttgart: Koncern VW, 2009. Úvod a základy, s. 7.

Všeobecná interní informovanost

Jako u každého nově zaváděného systému je i v případě principu perlového pásu nutné vytvořit jednotnou informační platformu, která poslouží jako podklad pro informování pracovníků a jako metoda „prolomení ledů“, tedy odbourání bariéry určitého nezájmu nebo nesouhlasu se zaváděním nových postupů. Obsahem této platformy by mělo být vymezení skupin zainteresovaných osob, propracovaný plán a harmonogram školení a vzdělávání v duchu principu perlového pásu a vytvoření standardů, které budou implementovány do stávajících výrobních postupů.

3.3 Cíle principu perlového pásu

Hlavním cílem principu perlového pásu je dodržení všech požadavků plynoucích z principů popsanych v kapitole 3.1. Další přednosti, plynoucí přímo z charakteristiky perlového pásu, rozdělené podle přínosů jednotlivým oblastem, jsou popsány níže.

Oblast výroby

- napřímení výrobního toku za předpokladu dodržení sekvencí a využití nivelizace a vyhlazení
- standardní a stále stejná doba trvání výrobního procesu v případě jednotlivých modelových řad
- další přínosy ve zviditelnění a odstraňování plýtvání¹²

Oblast distribuce a zásobování

- odstranění nárazově zvýšené potřeby materiálu
- schopnost lépe a s dostatečným předstihem plánovat potřebu materiálu
- plánování s dostatečným předstihem vede k možnosti využít pro zásobování podle principu JIS i vzdálenějšího dodavatele (Long Distance JIS)
- zeštíhlení všech procesů v logistice materiálu¹²

¹² Příručka pro realizaci "konceptu Perlenkette" v závodech koncernu Volkswagen. Stuttgart: Koncern VW, 2009. Úvod a základy, s. 10-11.

Implementace perlového pásu a dosahování výše vytyčených cílů je rozdělena do několika dílčích procesů (optimalizace svařoven, lakoven, montáží apod.). Dílčím projektem, který je součástí praktické části, je optimalizace výroby karoserií. Pomocí workshopů ve sledovaných provozech a dalších analytických metod (viz dále) jsou identifikována místa vzniku turbulencí a odvozena opatření k eliminaci vzniku odchylek. Cílem workshopu je nabytí vědomostí o zkoumaném procesu v takové míře, aby mohly být využity k optimalizaci výrobního toku.

4 WORKSHOP JAKO NÁSTROJ PROCESNÍ ANALÝZY

Aby bylo možné analyzovat současný stav odstavování vozů z výrobní linky, je nutné nejprve zvolit vhodné nástroje zkoumání. Jako nejvíce vyhovující se jeví uspořádání workshopu, který je sestaven tak, aby dopomohl k vytvoření co nejpřesnějšího přehledu o struktuře současného procesu a odhalil, kde se nacházejí místa turbulencí (místa, na kterých dochází k porušení kontinuity procesu), kde dochází ke zbytečnému plýtvání a ve kterých částech procesu je možné nalézt potenciál k úspoře.

Workshop (WS) je dnes velmi používanou a také velice úspěšnou metodou analyzování a zlepšování procesů. Výhodou WS je propojení znalostí lidí z různých oblastí výroby, využití potenciálu týmové práce a také rychlost, s jakou je možné dosáhnout hmatatelných výsledků. Obecné zobrazení workshopového cyklu je znázorněno na následujícím obrázku.¹³



Zdroj: API – Akademie produktivity a inovací [online]. 2009 [cit. 2010-02-16].
Workshop. Dostupné z WWW: <<http://e-api.cz/page/68716.workshop/>>.

Obr. 7 Workshopový cyklus

Pracovníky týmu sestaveného pro potřeby WS dělíme do dvou skupin: na členy týmu, jimiž jsou lidé, kteří mají znalosti o analyzovaných procesech, a moderátora, jehož prací je vedení workshopu, řízení diskuzí a usměrňování účastníků k dosažení řešení.

Aby uspořádaný WS byl úspěšný, je nejprve nutné dobře zvolit oblast pro analýzu. V případě této práce bude zkoumanou oblastí svařovna A5 v závodě Mladá Boleslav. Druhou nutnou podmínkou úspěšného WS je určení účastníků, kteří musí být schopni analyzovat procesy, odhalit místa turbulencí a na závěr navrhnout možná opatření

¹³ API – Akademie produktivity a inovací [online]. 2009 [cit. 2010-02-16]. Workshop. Dostupné z WWW: <<http://e-api.cz/page/68716.workshop/>>.

pro zlepšení současného stavu. Jestliže řízení procesů podle perlového pásu bude postupně zaváděno podél celé výroby, musí i mezi účastníky WS být specialisté z různých oblastí.

4.1 Základní charakteristiky workshopu – svařovna A5

Jak již bylo napsáno výše, výběr účastníků WS musí být interdisciplinární. Pro WS v rámci procesní analýzy projektu perlového pásu ve společnosti Škoda Auto a.s. bylo vybráno několik pracovníků (+ moderátor) z následujících oblastí:

- svařovna A5
- plánování svařoven
- řízení programu vozu
- plánování závodu
- plánování dopravníkové techniky
- systémy řízení
- průmyslové inženýrství
- výrobní systém

Z výše popsaného je vidět, že předpoklad WS, kterým je přizvání účastníků z různých oblastí výroby, byl dodržen.

Zdárné zvládnutí průběhu WS klade jisté nároky na osobu moderátora. Moderátorem WS by měl být člověk, který má postřeh, je sociálně citlivý, vnímavý a flexibilní. Důležité je, aby moderátorem byl člověk důkladně obeznámený s problematikou navrhování hodnotových toků, znalý principů štihlé výroby a orientující se v řízení podle principu perlového pásu. Pro potřeby workshopu by měl být moderátor vybaven notebookem, fotoaparátem, svinovacím metrem, pravítkem, ukazovátkem – laserem a nůžkami.

Určité strukturované požadavky jsou dány i v případě výběru místnosti pro konání WS. Aby WS mohl probíhat nerušeně, je nutné zajistit takovou místnost, která bude sice blízko zkoumanému provozu, aby nebylo nutné daleké docházení na místo, ale zároveň musí být umístěna v klidném, nerušeném prostoru. Místnost by měla pojmut minimálně dvacet

osob, v týdnu konání být vyhrazena výhradně pro potřeby WS a mělo by se jednat o místo vytápěné, vhodně osvětlené a vybavené uzamykatelným prostorem. V základním vybavení místnosti by neměla chybět projekční technika, tedy diaprojektor a plátno, a síťová zásuvka. V případě mobilního zařízení by místnost měla být vybavena plechovou nástěnkou a flipchartem pro znázornění dosavadních postřehů a nápadů a v neposlední řadě by v místnosti měl být vyvěšený layout analyzovaného provozu.

4.2 Osnovy workshopu

Správně zvolená struktura je důležitým faktorem příznivého průběhu WS. V tomto případě se vhodným ukazuje formát třídního semináře.

Tab. 1 Osnovy workshopu

<i>1. den</i>	<i>2. den</i>	<i>3. den</i>
<i>Začátek WS</i> - představení účastníků - seznámení s průběhem WS - stručné seznámení se zásadami Perlenkette Rozdělení do skupin Představení oblasti/obecné seznámení s procesem První obchůzka na daném provozu	<i>Ohlédnutí za 1. dnem</i> Druhá obchůzka na daném provozu, zahájení analýzy skutečného stavu, vyplnění standardních prac. listů Představení informačních a materiálových toků Analýza zjištěných míst turbulencí Zajištění opatření	<i>Ohlédnutí za 2. dnem</i> Zajištění opatření, odhad potenciálu opatření Shrnutí a písemné zdokumentování výsledků Příprava závěrečné prezentace - vizualizace výsledků analýzy <i>Závěrečná prezentace</i>

Zdroj: Vlastní zpracování.

Celý seminář je rozdělen do třech dílčích bloků, jimiž jsou úvod, seznámení s procesem formou obchůzky a závěr semináře.

4.2.1 Úvod WS

Na úvod WS je stejně jako při jakémkoliv jiném prvním setkání nutné představení všech účastníků a určitý prvotní kontakt. Po tomto kroku následuje seznámení s filosofií principu perlového pásu a všemi atributy sekvenční výroby. Pro tyto účely musí být sestavena úvodní prezentace. Obsahem úvodní prezentace by mělo být i seznámení s jednotlivými metodami analýzy a stručné seznámení s analyzovaným provozem, zatím tedy jen „na papíře“.

4.2.2 Průběh WS

Pro správné pochopení analyzovaného procesu je prvním krokem přímé seznámení při pochůzce na lince. Je nutné si pozorně prohlédnout celou sledovanou oblast, kterou se WS zabývá. Po těchto procedurách by mělo následovat první shrnutí.

WS pokračuje další den druhou pochůzkou na lince, při které jsou již procesy zkoumány podrobněji pro zjištění a zmapování současného stavu se všemi slabinami. Při této prohlídce je také zaznamenáván stav toku materiálu a informací. Následuje shrnutí a analýza kritických míst v jednacích místnostech a poté proces zkoumání pokračuje další pochůzkou po lince.

Poslední, třetí pochůzka po lince je určena k bližšímu prozkoumání dosud zjištěných kritických míst, kde dochází k porušení sekvencí, případně toku hodnot. Aby bylo možné najít ke zjištěnému kritickému místu také původce problémů, tedy potenciální problémové místo, doporučuje se použít diagram Ishikawa nebo ještě lépe stromový diagram na základě metody pěti proč (Five Whys). Poslední informací, kterou je nutné určit pro kompletní popis kritického místa, je závažnost vznikajícího problému a četnost výskytu.

Pro zjištění plýtvání a zbytečných procesů je také nutné analyzovat stavy zásob a popsat veškeré přepravní procesy. Tyto údaje později slouží pro stanovení průběžné doby.¹⁴

¹⁴ Příručka pro realizaci "konceptu Perlenkette" v závodech koncernu Volkswagen. Stuttgart: Koncern VW, 2009. Analýza současného stavu, s. 80.

4.2.3 Závěr WS

Hlavním úkolem na závěr WS, tedy třetí den konání, je zajištění opatření a odhad potenciálu jednotlivých zlepšovacích návrhů. Také je potřeba přesně zdokumentovat výsledky WS. Standardně je WS ukončen závěrečnou prezentací, která shrnuje všechny dosažené výsledky a úspěchy.

4.2.4 Obecná pravidla

Pro zajištění hladkého průběhu a úspěšnosti WS jsou stanovena i jistá obecná pravidla. Prvním z nich je pravidelné setkání všech členů WS týmu během dne, kdy probíhá analýza, v jedné místnosti za účelem shrnutí a oznámení průběžných výsledků zkoumání. Dalším pravidlem je nutnost shrnout průběh analýzy na konci každého pracovního dne. Posledním pravidlem je informovanost pracovníků, kteří se přímo neúčastní WS, ale jsou na jeho výsledku zainteresováni, o průběhu tohoto WS. K informování zainteresovaných pracovníků dochází veřejným (v rámci podniku) vyvěšením dosud získaných poznatků a materiálů.

4.3 Analytické metody použité při workshopu

Pro dobré pochopení a znázornění zkoumaného procesu je vhodné použít analytické metody ke znázornění toku hodnot. Pro podrobný popis bodu turbulence se naopak nabízí použití metody pro zjištění příčiny a důsledku. Pro zjištění účinnosti navrhovaných řešení se jeví jako vhodné použití simulace průběhu. Tato podkapitola si bere za úkol představit metody určené pro výše popsané účely. Těmito metodami jsou: analýza toku hodnot (VSM), diagram Ishikawa nebo metoda Five Whys.

4.3.1 Mapování toku hodnot

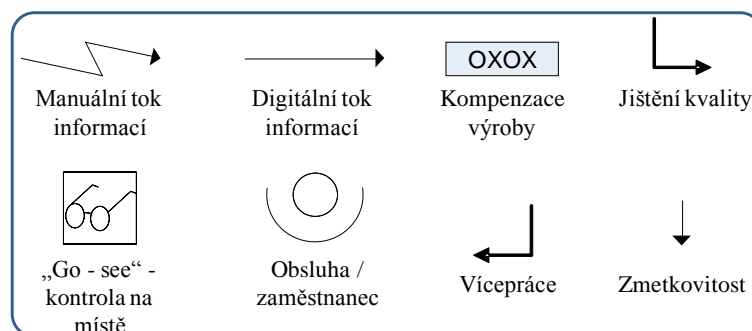
Metoda mapování toku hodnot (dále jen VSM – z anglického Value stream mapping) je součástí metodiky štíhlé výroby, proto tedy nepřekvapí, že byla vyvinuta firmou Toyota.

Jak je možné se dočíst v příručce společnosti IPA Slovakia [2, s. 7], „*hodnotový tok je souhrn všech aktivit v procesech, které umožňují vlastní transformaci materiálu na produkt, který má hodnotu pro zákazníka. Do hodnotového toku tedy patří aktivity, které přidávají, ale i nepřidávají hodnotu výrobku (např. zpracování objednávek, zpracování technické dokumentace, transport materiálu)*“.

VSM nachází své uplatnění v případě potřeby analyzovat výrobní tok jako celek, to znamená v okamžiku, kdy nestačí dílčí analýzy jednotlivých částí procesu. Tento koncept umožňuje analyzovat tok hodnot obsahující tok materiálu a tok informací a napomáhá k odkrytí slabých míst a abnormalit vznikajících ve výrobě. Výsledkem analýzy toku hodnot je mapa současného stavu, grafický nástroj pro lepší orientaci ve výrobním procesu. Hlavním úkolem VSM je přinést odpověď na následující otázky:¹⁵

- Kde se nacházejí místa turbulencí?
- Kde dochází k výkyvům zásob?



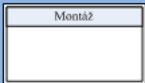
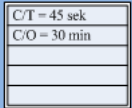




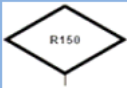

V rámci nástroje VSM byly vytvořeny standardní symboly pro znázornění mapy současného stavu. Hlavní a vybrané ukazatele jsou znázorněny na obr. 9 a navíc je zde stručně vysvětlen jejich význam a použití. Pro sestavení mapy současného stavu je nutné představit ještě další symboly, které v mapě figuruji jako spojovníky, doplňující symboly, nebo jako součást a doplněk základních symbolů. Dodatečné symboly jsou znázorněny na obr. 8.



Zdroj: Vlastní zpracování na základě [16].

Obr. 8 Doplňující symboly VSM

¹⁵ Příručka pro realizaci "konceptu Perlenkette" v závodech koncernu Volkswagen. Stuttgart: Koncern VW, 2009. Analýza současného stavu, s. 46.

Symbol	Popis
Zdroj 	Zdroj - interní / externí dodavatel, zákazník
Dodávka 	Dodávka - možné uvést včetně dalšího označení (druh dodávky, četnost dodávek...)
Blok procesu 	Blok procesu - uvádí druh procesu (montáž, svařování...)
Blok dat 	Blok dat - udává informace o procesu (doba cyklu, doba přípravy, dispozice zařízení, směnnost...)
Stav zásoby 	Stav zásoby mezi dvěma procesy doplněný o dodatečné informace (maximální, stávající, minimální zásoba + info o stavu FIFO)
Push 	Push - pohyb výrobku a materiálu podle push principu, tedy bez nutnosti vyžádání následujícím procesem
Transport hotového zboží 	Transport - šipka přepravy
Pás FIFO 	Pás FIFO - informace o toku materiálu se zmínkou o maximálním množství
Evidenční body 	Evidenční body slouží k mapování procesu, zde dochází k záznamu průchodu výrobku a tím je sledováno dodržení pořadí
Body turbulencí 	Body turbulencí - místa v procesu, kde mohou vzniknout potenciální turbulence

Zdroj: Vlastní zpracování na základě [16].

Obr. 9 Přehled základních symbolů VSM


Při sestavování mapy současného stavu se zpravidla začíná zanesením symbolu zákazníka a určením taktu zákazníka, veličiny, která určuje, jaký celkový čas je k dispozici pro výrobu produktu. Dalším krokem je vyjádření denního požadavku zákazníka,

který je možné získat jako podíl celkového počtu požadovaných vozů za měsíc a počtu pracovních dní v daném měsíci.¹⁶

Nosnou částí mapy současného stavu je zobrazení materiálového toku. Je nutné zobrazit proces pečlivě a analýzu nepřerušovat, provést ji v jediný pracovní den, aby nedocházelo ke zkreslování skutečností. Jednotlivé bloky procesů doplněné údajem o počtu zaměstnanců na operaci jsou do mapy zaneseny současně s datovým blokem, který vyjadřuje další informace a charakteristiky procesu:¹⁶

- **doba cyklu** (C/T – cycle time) je ukazatelem doby trvání operace, vyjadřuje, po jakou dobu dochází k transformaci produktu, zaznamenány jsou i časy poruch pracovní stanice nebo prostoje
- **čas na přestavbu** (C/O – change over time) naopak ukazuje veškeré časy, které je nutné vynaložit na nastavení, seřízení nebo přestavení stroje pro výrobu; toto je nutné například při výrobě několika produktových variant na jednom stroji
- **stav plnění** udává počty karoserií ve sledovaném prostoru: maximální plnění je nejvyšším možným počtem karoserií, skutečné plnění ukazuje na aktuální výši obsazených pozic a minimální plnění udává počty výrobních pozic tak, aby nedocházelo k vyprázdňení taktů, tedy k prostojům
- **disponibilita** udává čas, celkovou dobu, při které by měl být stroj nebo zařízení v provozu
- **směnnost** udává, jakou podobu má směnný režim, může informovat o přestávkách...
- **využití pracovní doby** – maximální využití udává, kolik hodin denně je při daném směnovém režimu pracováno, stávající využití je vypočteno jako využití maximální po odečtení času na přestávky
- mezi další informace v datovém bloku může patřit například hodinová mzda, nebo velikost výrobní dávky

¹⁶ Příručka pro realizaci "konceptu Perlenkette" v závodech koncernu Volkswagen. Stuttgart: Koncern VW, 2009. Analýza současného stavu, s. 56. a GREGOROVÍČOVÁ, L. Nástroj pro identifikaci plýtvání: Mapování toku hodnot – 1. část. Úspěch: Produktivita & inovace v souvislostech. Prosinec 2009, 4/2009, s. 36-37.

Sváření

C/T = 50 sek
C/O = 20 min
Disponibilita = 1350 min
Směnnost = N, O, R
Vzdálenost v m: 3

Zdroj: Zpracováno na základě [4 a 16].

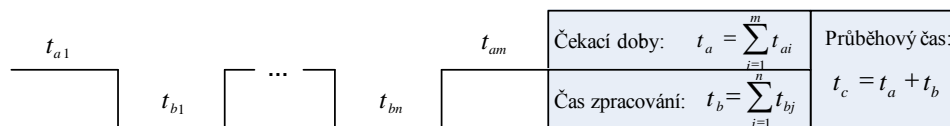
Obr. 10 Příklad tabulky procesu

Mezi procesy jsou evidovány stavy zásob, opět je sledována maximální, stávající a minimální zásoba a navíc je dobré sledovat, zda jsou řízeny podle FIFO. Pokud mezi procesy dochází k turbulencím, označíme toto místo symbolem turbulencí, viz základní symboly VSM. Jednotlivé tabulky procesů jsou propojeny vhodným symbolem šipky podle typu podaného požadavku. Na závěr tvorby toku materiálu v rámci mapy současného stavu jsou zakresleny symboly subdodavatelů a jednotlivé transportní kanály.¹⁷

Analýza informací v rámci mapy současného stavu je provedena následovně. Standardně se zhruba uprostřed mapy, nad materiálovým tokem, umísťuje symbol pro plánování výroby (jako blok procesu). Dochází k propojení pole plánování výroby se symbolem zákazník, dodavatel a všemi bloky v materiálovém toku. Využity jsou dva druhy spojnic (šipek) podle druhu komunikace, tedy buď manuální, nebo elektronické informace. Doplňkové tabulky nesou informace o dodavateli, frekvenci objednávky nebo údaje o plánování výroby. V konečné fázi by mapa současného stavu měla vyjadřovat uzavřený cyklus – tok hodnot.

Kromě znázornění procesu za pomoci symbolů je také důležité zaznamenat časové dispozice výroby. Z tohoto důvodu je součástí mapy současného stavu časová linie, která vyjadřuje, jak dlouhé jsou jednotlivé produktotvorné operace a jaký čas musí materiál „čekat“, než dojde k další části výrobního procesu.¹⁷

¹⁷ GREGOROVICHOVÁ, L. Nástroj pro identifikaci plýtvání: Mapování toku hodnot – 1. část. *Úspěch: Produktivita & inovace v souvislostech*. Prosinec 2009, 4/2009, s. 36-37.



Zdroj: Příručka pro realizaci "konceptu Perlenkette" v závodech koncernu Volkswagen. Stuttgart: Koncern VW, 2009. Analýza současného stavu, s. 51.

Obr. 11 Časová osa

Jelikož hlavním cílem není vytvoření „pěkného obrázku“, ale pochopení výrobního procesu, doporučuje se nejprve celý tok analyzovat a zakreslit ručně přímo v místě pochůzky a do elektronické podoby mapu převést až později.

Přínosem VSM je:

- zmapování současného stavu i s veškerými slabinami
- vizualizace procesů a jejich propojení
- zpřehlednění a úprava toku materiálu
- podklad pro optimalizační návrhy

Důležitým výstupem z VSM jsou také následující ukazatele, které vypovídají o celkové potřebě času na výrobu produktu a procentu z celkového času, které je skutečně vynaloženo na procesy přinášející hodnotu.¹⁸

- **VAi**, tedy index přidané hodnoty (z anglického Value Added index), je právě tím ukazatelem, který znázorňuje, jaké procento času zabírají procesy s přidanou hodnotou pro zákazníka v celkovém úseku potřebném pro výrobu produktu. Dnes se jako standard uvádí $VAi = 1 \%$, ideálním stavem by bylo dosažení $VAi = 5 \%$.

$$VAi = \frac{VA \text{ time}}{TPT} \quad (1)$$

¹⁸ GREGOROVICHOVÁ, L. Nástroj pro identifikaci plýtvání: Mapování toku hodnot – 2. část. *Úspěch: Produktivita & inovace v souvislostech*. Březen 2010, 1/2010, s. 34-37.

- **Přidaná hodnota** (VA time) je souhrnem času, po který je produktu ve výrobním procesu přidávána hodnota. Jedná se o operace, které přímo upravují podstatu produktu. Tyto procesy přinášejí hodnotu pro zákazníka.
- **Nepřidaná hodnota** (NVA time) je naopak časem, který zabírají operace sice nutné pro výrobu produktu, ale nepřinášející žádnou hodnotu pro zákazníka. Mezi takové operace patří kontroly kvality, přestavení strojů nebo manipulace.
- **Celková doba výroby** (TPT) je součtem dvou předchozích veličin. Vyjadřuje celkovou dobu vzniku produktu od započetí výroby po předání produktu zákazníkovi.

4.3.2 Bod turbulence a diagram Ishikawa

Body zjištěné analýzou toku hodnot je nutné podrobit dalšímu zkoumání, aby do budoucna byla tato slabá místa odstraněna a nedocházelo zde dále k výkyvům v sekvencích nebo stavu zásob. Analýza bodu turbulence musí být sestavena tak, aby přinesla odpovědi na následující otázky:¹⁹

- Proč turbulence v tomto bodě nastaly?
- S jakou frekvencí se problémy opakují?
- Jaký dopad mají turbulence na pořadí?

Aby byla odhalena skutečná příčina turbulencí, původce problémů, je vhodné analyzovat bod turbulence pomocí diagramu Ishikawa. Tento diagram, nazývaný také diagramem rybí kosti nebo příčin a důsledku, je silným analytickým nástrojem z toho důvodu, že znázorňuje veškeré možné příčiny, které vyvolávají určitý problém, na jednom místě. V takto dobře seřazených příčinách je snadné se zorientovat a vybrat ty skutečně nejzávažnější, mající největší vliv na vznik turbulence. Jednotlivé příčiny se navíc ještě dělí na hlavní a vedlejší, které jsou původcem příčiny hlavní. Tento systém nám

¹⁹ Příručka pro realizaci "konceptu Perlenkette" v závodech koncernu Volkswagen. Stuttgart: Koncern VW, 2009. Analýza současného stavu, s. 64.

při analýze příčin umožní dostat se skutečně do hloubky, co nejbližší k jádru problému. Příklad diagramu rybí kosti, uzpůsobený pro zkoumání procesů v automobilovém podniku, je ukázán na následujícím obrázku.



Zdroj: Zpracováno na základě [16].

Obr. 12 Příčiny porušení sekvencí

Ve standardizovaném diagramu rybí kosti, vyvinutém koncernem VW, jsou příčiny rozděleny podle toho, na kterou oblast působí. Prvotní analýza se zaměřuje na proces a jeho dílčí oblasti, kterými jsou řízení, materiálové zásobování a kvalita.

V oblasti řízení bývá největší chybou nejednotnost směřování k cíli. Jednotlivé části výroby mohou za cíl považovat něco jiného, proto vznikají například nejednotné reakce na získané informace. Často bývá plánované pořadí narušeno upřednostněním vozů ze speciálních zakázek, VIP vozů nebo vozů fleetových.

V oblasti zásobování materiálem je snad nejčastější příčinou porušení sekvence výskyt neshodného dílu v dodávce od externího dodavatele. V některých případech může dojít k poškození dílu při navážení na linku, což opět může vést k chybám v sekvencích (stupeň narušení sekvence se odvíjí od možnosti nahrazení dílu, případně možnosti dodatečné montáže).

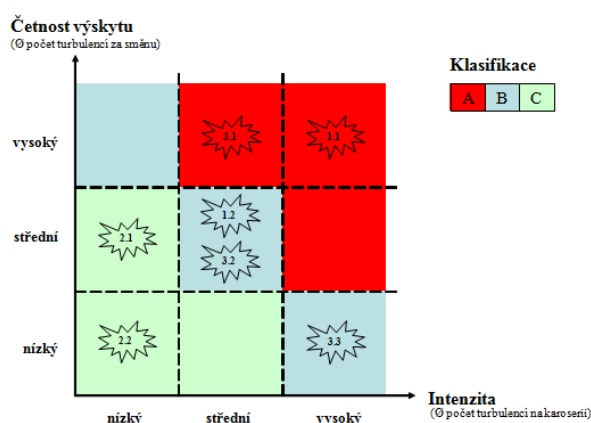
V oblasti kvality je nutné sledovat příčiny podle typu procesu. Aby nedocházelo ke svěšování vozů z linky, je nutné zajistit bezchybný průběh výrobním procesem.

V případě procesu svařování je důležité udržet kvalitu svárů na vysoké úrovni, u procesu lakování je také důležité zabránit chybám, jelikož každá chyba laku s sebou nese náročnou opravu, po které je karoserie znovu zařazena do toku na jiné pozici. Často není možné opravu laku provést vůbec, pak karoserie vypadne ze sekvence úplně.

V kategorii produktu jsou nejčastější příčinou porušení sekvencí změny v zakázce nebo rozdílné cíle opracování, vycházející z variantnosti modelů. Průběžné časy výroby jednotlivých modelů jsou různé, proto může dojít ke zpoždění nebo naopak k předstihu vozu v sekvenci. Těmto výkyvům je možné zabránit řízením paralelních toků.²⁰

Kategorie infrastruktury zahrnuje veškeré technické a podpůrné součásti výroby, jako jsou výrobní zařízení, dopravní a informační technologie. Jak je vidět na diagramu rybí kosti, možné problémy mohou nastat například při rozdílné době trvání procesů.

Aby byl člověk schopný vybrat z mnoha turbulentních bodů ten nejpodstatnější, je nutné nějakým způsobem jednotlivé problémy seřadit. K tomuto účelu byl sestaven matematický vztah pro výpočet stupně turbulence (ST). ST vypočteme jako součin průměrného počtu turbulencí na jednu karoserii za směnu a průměrného počtu ztracených pozic na karoserii. Body turbulencí seřazené podle ST je možné pro lepší orientaci zobrazit v matici ABC (inspirovaná maticí GE), viz následující obrázek.²⁰



Zdroj: Příručka pro realizaci "konceptu Perlenkette" v závodech koncernu Volkswagen. Stuttgart: Koncern VW, 2009. Analýza současného stavu, s. 70.

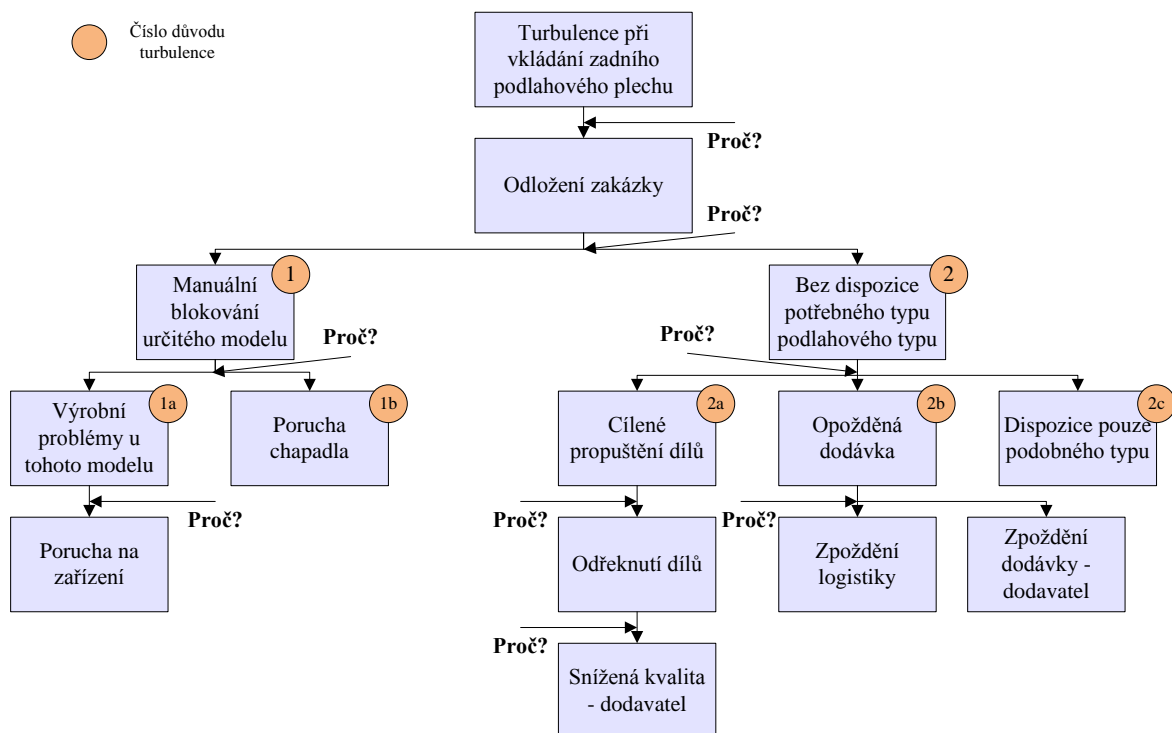
Obr. 13 Matice ABC

²⁰ Příručka pro realizaci "konceptu Perlenkette" v závodech koncernu Volkswagen. Stuttgart: Koncern VW, 2009. Analýza současného stavu, s. 67-70.

Z matice je patrné, že body umístěné v červených polích je třeba řešit jako první. Samozřejmě je nutné přesně číselně zvolit stupnici pro četnost výskytu a intenzitu turbulencí tak, aby bylo možné jednotlivé body jednoznačně zařadit. Hranice mezi nízkou, střední a vysokou četností výskytu a intenzitou je vhodné určit až v průběhu WS, kdy se profiluje, jak vysoké můžou počty turbulencí ve skutečnosti být.

4.3.3 Bod turbulence a metoda Five Whys

Pomocí diagramu rybí kosti sice byly odhaleny příčiny, které mohou způsobit konečnou turbulenci, ale aby tyto příčiny byly skutečně dobře a do hloubky analyzovány, musí být použita ještě jiná, podrobnější metoda.



Zdroj: Zpracováno na základě [16].

Obr. 14 Stromový diagram Five Whys

Metoda Five Whys je analytickým nástrojem pro nalezení obtížněji identifikovatelných příčin a technikou, která umožňuje příčiny zkoumat do hloubky a nalézt přesného původce problému. Metoda je nazvána podle pětinasobného dotazování „Proč?“, které člověka

dovede k dalším symptomům procesu a nakonec i k hlavní příčině turbulencí. Otázky musí být kladeny tak, aby se uživatel metody dokázal probíjet již uvedenými symptomy až k prvotnímu problému, od kterého se odvíjí vše ostatní. Cílem metody je nalezení a odstranění skutečných příčin problému, ne jenom „lечение“ symptomů, které obvykle k odstranění problému nevede, naopak se problém může vyskytnout znovu, v silnější podobě.²¹

4.3.4 Modelování průběhu procesu

Posledním popisovaným analytickým nástrojem je modelování průběhu procesu. Touto metodou se provádí detailní analýza dynamických procesů a ověřují se plánovaná opatření pro zlepšení současného stavu. V rámci koncernu je modelování standardně prováděno v programu „Plant Simulation“.²²

Při simulaci toku hodnot je důraz kladen na transparentní a věrné znázornění materiálového a informačního toku. Metoda, pokud je správně provedena, přináší velice přehledný a ve vysoké míře pochopitelný obraz procesů a dynamického chování toku hodnot. Nevýhodou metody je poměrně vysoká časová náročnost na přípravu modelu a náročnost na objem vstupních dat a statistických údajů nutných k vymodelování věrného obrazu procesu.

4.3.5 Definování možných opatření

Definování prvních opatření pro odstranění turbulentních bodů by mělo být prováděno okamžitě v návaznosti na analýzu současného stavu. Ke každému bodu turbulence by mělo vzniknout minimálně jedno opatření řešící zjištěný problém. Pro ucelený přehled bodů turbulencí a jejich řešení je vhodné vypracovat list opatření, který navíc zmiňuje datum plánované realizace opatření a stanovuje odpovědnost za realizaci. Značné úsilí věnovali analýze turbulentních bodů a tvorbě opatření v závodě VW Sachsen (viz níže), kde vznikla

²¹ *Wikipedie* [online]. 2010 [cit. 2010-03-20]. 5 Whys. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/5_Whys>.

²² *Příručka pro realizaci "konceptu Perlenkette" v závodech koncernu Volkswagen*. Stuttgart: Koncern VW, 2009. Analýza současného stavu, s. 77.

celá databanka opatření shrnující obvyklé turbulentní body. Tato databanka slouží pro rychlou identifikaci příčiny opakující se turbulence a nabízí možná opatření k řešení problému.

4.4 Dosavadní zkušenosti s principem perlového pásu

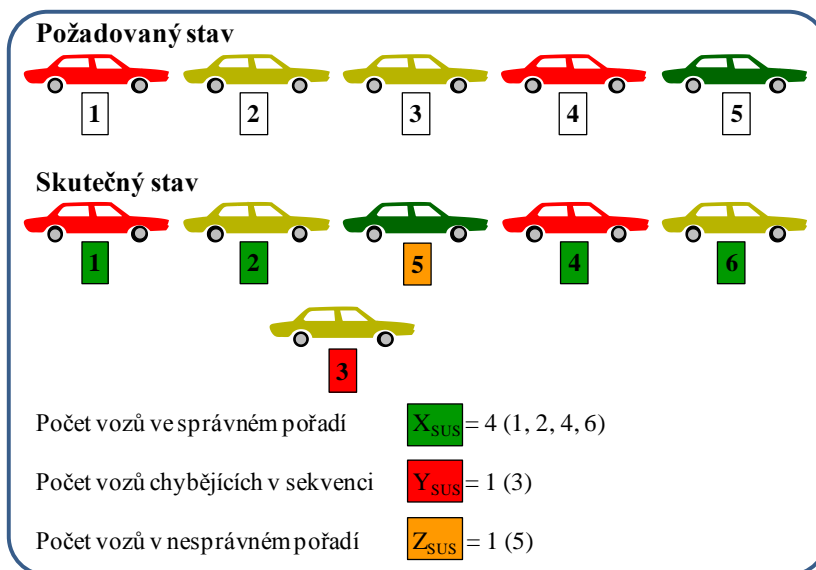
Škoda Auto a.s. není první firmou koncernu VW, kde je princip perlového pásu zaváděn. V současné době perlový pás úspěšně funguje na několika výrobních linkách Volkswagen nebo Audi. Některé zkušenosti, postupy nebo ukazatele, které byly v těchto provozech během let získány, viz dále, jsou použity i v koncepci perlového pásu ve firmě Škoda Auto a.s.

4.4.1 Audi a.s. Neckarsulm

Výrobní závod Audi a.s. Neckarsulm byl v rámci koncernu prvním, kde bylo zahájeno řízení výroby podle principu perlového pásu. Stalo se tak v roce 2002, ale první plánování systému se datuje již od roku 1998. Po roce 2002 se princip perlového pásu rozšířil na další výrobní linky společnosti Audi a posléze dále do koncernu VW. První oblastí, kde bylo zahájeno řízení podle perlového pásu, byla logistika. Jednalo se tedy o systém odvolávky materiálu podle perlového pásu.

Hlavní myšlenkou při realizaci principu byl předpoklad, že cílový stav může být udržen na stabilní úrovni pouze v tom případě, budou-li průběžně sledovány odchylky procesů a tyto odchylky budou dále analyzovány a posuzovány z hlediska dopadu na sekvenci. Pro sledování odchylek byl vytvořen systém měření, s názvem „stupeň udržení sekvence“ (SUS), ukazatel, který umožňuje analýzu a porovnání údajů o míře úspěšnosti perlového pásu, viz následující obrázek.²³

²³ Příručka pro realizaci "konceptu Perlenkette" v závodech koncernu Volkswagen. Stuttgart: Koncern VW, 2009. Analýza současného stavu, s. 98.



Zdroj: Zpracováno na základě [16].

Obr. 15 Příklad výpočtu hodnoty SUS

$$SUS = \frac{X_{SUS}}{X_{SUS} + Y_{SUS} + Z_{SUS}} \times 100 \quad (2)$$

Příklad uvedený v obrázku by byl počítán následovně.

$$SUS = \frac{4}{4+1+1} \times 100$$

$$SUS = \frac{4}{6} \times 100$$

$$\underline{SUS = 66,67 \%}$$

V Audi Neckarsulm se snaží o zavedení „ideální sekvence“, čímž je myšleno přesné a bezchybné dodržování stanovených sekvencí a pořadí vozů podél celého toku výroby a u všech řemesel.

4.4.2 Volkswagen Nutzfahrzeuge Hannover

V tomto závodě byla realizace perlového pásu započata v roce 2005. Nyní jsou veškerá rozhodnutí kontrolována podle jejich vlivu na perlový pás a možného zásahu do sekvence. Na vzniklou potřebu analytických nástrojů bylo reagováno vytvořením systému měření,

který je dnes základem pro zjišťování stability perlového pásu a důležitým nástrojem pro porovnávání perlového pásu jednotlivých závodů.

Stanoveny byly dva ukazatele. Prvním z nich je „dodržení pozice perlového pásu“ (PFK – z německého Perlenkettenfenstertreue), určený ke sledování zpožděných karoserií a druhým je ukazatel „kvality perlového pásu“ (PKG – z německého Perlenkettengüte), který je využíván pro zjištění míry dodržení plánované sekvence. Oba ukazatele budou blíže vysvětleny v následující kapitole. Tyto ukazatele a výsledky dalších pozorování jsou každý den shrnuty a analyzovány.²⁴

Také závod VW Nutzfahrzeuge využívá pro analýzu současného stavu workshopy uspořádané formou pětidenního semináře.

Velké úsilí bylo věnováno vytvoření informační platformy. V rámci seminářů a školení byly pracovníkům vysvětleny přínosy principu perlového pásu a dále byla vytvořena informační tabule a leták s podrobným vysvětlením dané problematiky.²⁴

4.4.3 Volkswagen Sachsen

Přípravné práce pro zavedení principu perlového pásu byly ve VW Sachsen zahájeny v roce 2007. Plánováno bylo dosáhnout v červnu 2009 kvality perlového pásu 90 %. Hlavním cílem v koncepci tohoto závodu bylo dosažení „ideálního perlového pásu“, což je to samé jako „ideální sekvence“ v případě Audi Neckarsulm.

Pro analyzování současného stavu byly také využity workshopy, které pro další realizace projektu perlového pásu v ostatních závodech koncernu přispěly hlavně vytvořením centrální databanky opatření, která jsou řazena podle míry závažnosti problému, na který reagují. Workshopy byly v tomto závodě koncipovány jako týdenní semináře se zaměřením na úplné pochopení skutečného stavu zkoumaného procesu za využití týmové práce. Ve VW Sachsen je kladen důraz na správné výkaznictví a sledování odchylek od cílového stavu.²⁴

²⁴ *Příručka pro realizaci "konceptu Perlenkette" v závodech koncernu Volkswagen*. Stuttgart: Koncern VW, 2009. Analýza současného stavu, s. 87 a 93.

Také ve VW Sachsen přispěli k možnosti analyzování a porovnávání úspěšnosti perlového pásu jistým ukazatelem. Tímto ukazatelem je výpočet míry narušení plynulosti a je počítán jako součin průměrného počtu turbulentních bodů na karoserii a průměrného počtu změn pozic v sekvenci. Ukazatel míry narušení plynulosti je obvykle využíván při hodnocení závažnosti jednotlivých turbulentních bodů. Tento ukazatel je obdobou již zmiňovaného stupně turbulence. Stupeň turbulence bude blíže představen v další části práce, konkrétně v kapitole 6.2.1.²⁴

5 MĚŘENÍ A UKAZATELE PRINCIPU PERLOVÉHO PÁSU

Měření je základní operací pro zjištění určitých ukazatelů jako jsou odchylky od požadovaného stavu, zjištění výkonnosti procesu, ale slouží také k účelu zlepšení systému či porovnání stavu procesu v různých obdobích. Zároveň jsou měření a veškeré údaje získané při měření základem pro řízení a rozhodování, ale také pro podávání zpráv. Veškeré ukazatele, které je možné získat z perlového pásu, jsou standardizované v rámci koncernu VW a slouží k monitorování procesů, porovnávání stavu perlového pásu mezi závody a také jako prvek reportingu.

Tato kapitola je shrnutím standardně užívaných a měřených veličin pro potřeby sledování perlového pásu v závodech koncernu VW.

5.1 Základní údaje

Dříve než budou popsány ukazatele perlového pásu, je nutné charakterizovat a vysvětlit některé často používané pojmy:²⁵

- **Rozsahem monitorování** se rozumí rozsah měření, tedy doba nebo počet pozic v sekvenci, po které měření probíhalo, plus okolní pozice v sekvenci, které sice nejsou zahrnuty v měření, ale umožňují vytvořit si širší přehled o procesu.
- **Položka** v perlovém pásu je zakázka, resp. karoserie.
- **Chybějící položka** je taková karoserie nebo takový vůz, který měl být v době měření v měřeném úseku, ale do tohoto úseku se dostal až po skončení měření nebo vůbec (= **položka neobsažená v sekvenci**).
- **Požadovaný stav** je takovým stavem, který je pro účely měření stavem cílovým, tím, o jehož dosažení je usilováno.

²⁵ Příručka pro realizaci "konceptu Perlenkette" v závodech koncernu Volkswagen. Stuttgart: Koncern VW, 2009. Měření, řízení a podávání zpráv v „konceptu Perlenkette“, s. 166.

- **Skutečný stav** je pořadí vozů, které se v okamžiku měření skutečně nachází na výrobní lince.
- **Rozsahem měření** je myšleno časové období nebo počet položek v sekvenci, po jejichž dobu průběhu je měření realizováno.
- **Pozicí** se rozumí skutečná poloha položky.
- **Zrychlená položka** je taková, která se nachází před svou požadovanou pozicí.
- **Opožděná položka** je taková, která se nachází za svou požadovanou pozicí.

5.2 Ukazatele

V této kapitole jsou představeny jednotlivé ukazatele pro měření veličin týkajících se principu perlového pásu. Každý ukazatel je strukturovaně popsán. V kapitole je rovněž uveden výpočet a názorný obrázek pro snazší pochopení problematiky.

5.2.1 Rozmezí sekvencí

Ukazatel rozmezí sekvencí (SQA – z německého Sequenzabstand) je zaměřený na sledování pozic položek v sekvenci. Je skutečným základem celého měření nejen proto, že udává elementární údaj, ale také tím, že vstupuje do několika dalších, odvozených výpočtů. SQA je počítáno pro každou pozici v rozsahu měření.²⁶

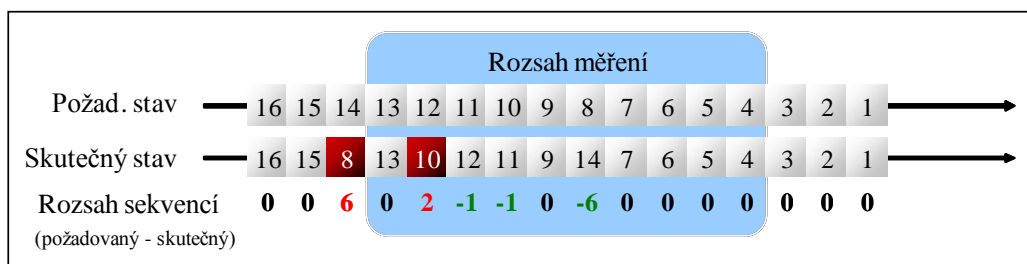
Tento ukazatel udává rozdíl mezi požadovaným a skutečným místem v sekvenci:²⁶

- $SQA = 0$ jedná se o ideální pozici, položka je na svém místě
- $SQA > 0$ položka je oproti požadované pozici opožděná, přichází později, než by měla

²⁶ Příručka pro realizaci "konceptu Perlenkette" v závodech koncernu Volkswagen. Stuttgart: Koncern VW, 2009. Měření, řízení a podávání zpráv v „konceptu Perlenkette“, s. 169.

- $SQA < 0$ položka je oproti požadované pozici zrychlená, přichází tedy dříve, než by měla

$$SQA = \text{požadované číslo sekvence} - \text{skutečné číslo sekvence} \quad (3)$$



Zdroj: Příručka pro realizaci "konceptu Perlenkette" v závodech koncernu Volkswagen. Stuttgart: Koncern VW, 2009. Měření, řízení a podávání zpráv v „konceptu Perlenkette“, s. 170.

Obr. 16 Výpočet SQA

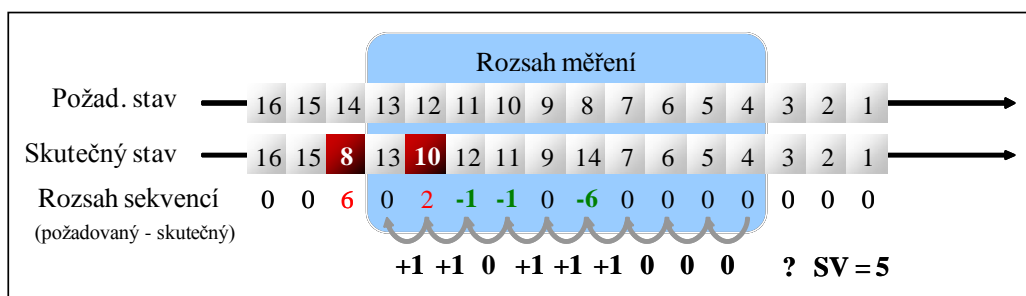
Z obrázku je patrné opoždění položky č. 10 a 8, která dokonce vypadla z rozsahu měření. Položky 11, 12 a 14 jsou zrychlené.

Přestože je SQA základním ukazatelem, má poměrně velký přínos pro řízení podle principu perlového pásu, jednoduchým způsobem totiž ukazuje, které položky porušují sekvenci (například při přetrvávajícím vysokém SQA u určité modelové varianty je patrné, kterým směrem zaměřit další analyzování). Dále SQA říká, které položky jsou prioritní. Aby byly splněny požadavky zákazníků, je nutné opožděné položky sledovat a nedovolit další opoždění.

5.2.2 Porušení sekvence

Ukazatel porušení sekvence (SV – z německého Sequenzverletzungen) vyjadřuje celkový počet nenavazujících položek. Kdykoliv se v toku vedle sebe vyskytnou dvě položky s rozdílným SQA, dochází k načtení SV o jednotku. Výchozím stavem na začátku měření je $SV = 0$.

Každé porušení sekvence je stavem, kdy dochází k určitému plývání. Stav, kdy v sekvenci přichází neočekávaná položka, s sebou nese potřebu dodatečného rozhodování, dodatečné toky informací a dalo by se říci i „chaos“ na lince způsobený případnou nutností přestavby nástrojů nebo změnou sekvence dodávaného materiálu.²⁷



Zdroj: Příručka pro realizaci "konceptu Perlenkette" v závodech koncernu Volkswagen. Stuttgart: Koncern VW, 2009. Měření, řízení a podávání zpráv v „konceptu Perlenkette“, s. 171.

Obr. 17 Výpočet SV

5.2.3 Směrodatná odchylka rozmezí sekvencí

Směrodatná odchylka (σ) udává míru odklonění SQA jednotlivých položek od průměrné hodnoty SQA v rozsahu měření. Jedná se o statistickou veličinu, která napomáhá lepšímu odhadu vývoje stability procesu.²⁷

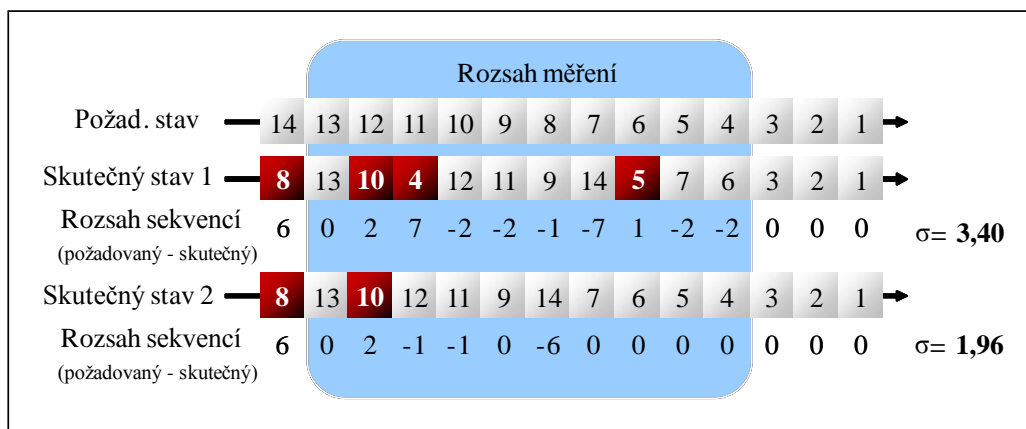
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_i (SQA_i - \bar{SQA})^2}{P_R}} \quad (4)$$

- SQA_i udává SQA i-té položky
- \bar{SQA} udává průměrnou hodnotu SQA v rozsahu měření
- P_R udává počet položek v rozsahu měření²⁷

Následující obrázek znázorňuje vývoj (pokles) směrodatné odchylky při zklidnění a vyrovnaní procesu. Čím více odpovídá stav skutečný stavu požadovanému,

²⁷ Příručka pro realizaci "konceptu Perlenkette" v závodech koncernu Volkswagen. Stuttgart: Koncern VW, 2009. Měření, řízení a podávání zpráv v „konceptu Perlenkette“, s. 170 a 173.

tím je odchylka nižší. V případě vysoké směrodatné odchylky je možné pozorovat velký počet zrychlených a opožděných položek a vyšší hodnoty SQA.



Zdroj: Příručka pro realizaci "konceptu Perlenkette" v závodech koncernu Volkswagen. Stuttgart: Koncern VW, 2009. Měření, řízení a podávání zpráv v „konceptu Perlenkette“, s. 174.

Obr. 18 Výpočet σ

5.2.4 Kvalita perlového pásu

Ukazatel kvality perlového pásu (PKG – z německého Perlenkettengüte) je prvním ze dvou ukazatelů vyvinutých v závodě VW Nutzfahrzeuge Hannover. PKG je mírou dodržení plánované sekvence, udává podíl neopožděných položek k celkovému počtu položek v rozsahu měření.²⁸

$$PKG = \frac{P_R - P_{SQA > 0} - P_M}{P_R} \quad (5)$$

- P_R udává počet položek v rozsahu měření
- $P_{SQA > 0}$ udává počet zpožděných položek v rozsahu měření
- P_M udává počet položek neobsažených v sekvenci²⁸

Následující obrázek zobrazuje logiku výpočtu PKG. Položka deset se vyznačuje hodnotou $SQA > 0$, je tedy položkou opožděnou vzhledem k požadovanému stavu – snižuje hodnotu

²⁸ Příručka pro realizaci "konceptu Perlenkette" v závodech koncernu Volkswagen. Stuttgart: Koncern VW, 2009. Měření, řízení a podávání zpráv v „konceptu Perlenkette“, s. 174.

čitatele ve vztahu pro výpočet PKG. Položka osm se nachází zcela mimo rozsah měření, proto stejně jako položka deset snižuje hodnotu čitatele vztahu.

Ukazatel PKG má dostatečnou vypovídací schopnost až od hodnoty PKG = 90 %. Aby bylo možné řízení procesu nazývat řízením podle principu perlového pásu, měl by ukazatel PKG dosáhnout hodnoty minimálně 95 %, v ideálním případě 98 %. Dosažení teoretické hodnoty PKG = 100 % značí „ideální sekvenci“, rovnost požadovaného a skutečného stavu.²⁹



Zdroj: Příručka pro realizaci "konceptu Perlenkette" v závodech koncernu Volkswagen. Stuttgart: Koncern VW, 2009. Měření, řízení a podávání zpráv v „konceptu Perlenkette“, s. 175.

Obr. 19 Výpočet PKG

5.2.5 Dodržení pozice perlového pásu

Ukazatel dodržení pozice perlového pásu (PFT – z německého Perlenkettenfenstertreue) ukazuje, jaká část položek se nachází v určitém rozmezí sekvence, je tedy liberálnější ukazatelem než PKG. PFT je ukazatelem vyjadřujícím, jak blízko řízení podle principu perlového pásu se proces nachází.

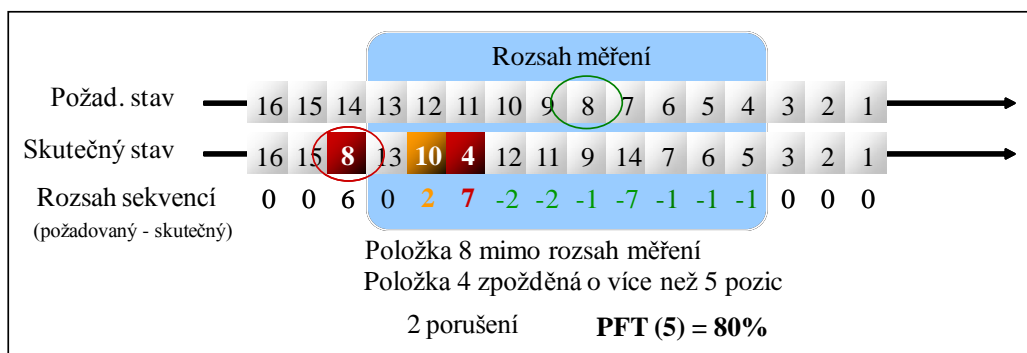
$$PFT(x) = \frac{P_R - P_{SQA > x} - P_M}{P_R} \quad (6)$$

- $P_{SQA > x}$ udává počet položek zpožděných o více než „x“ v rozsahu měření
- x udává povolené zpoždění položky (čím je nižší, tím tvrdší je měření)

²⁹ Příručka pro realizaci "konceptu Perlenkette" v závodech koncernu Volkswagen. Stuttgart: Koncern VW, 2009. Měření, řízení a podávání zpráv v „konceptu Perlenkette“, s. 175.

- P_R udává počet položek v rozsahu měření
- P_M udává počet položek neobsažených v sekvenci³⁰

Následující obrázek znázorňuje způsob výpočtu PFT. $X = 5$, položka deset je sice opožděná, ale stále v toleranci, položka čtyři je opožděná o více než 5 pozic, proto snižuje hodnotu čitatele ve vztahu pro výpočet PFT (5). Položka osm se nachází zcela mimo rozsah měření, proto stejně jako položka čtyři snižuje hodnotu čitatele vztahu.



Zdroj: Příručka pro realizaci "konceptu Perlenkette" v závodech koncernu Volkswagen. Stuttgart: Koncern VW, 2009. Měření, řízení a podávání zpráv v „konceptu Perlenkette“, s. 177.

Obr. 20 Výpočet PFT

³⁰ Příručka pro realizaci "konceptu Perlenkette" v závodech koncernu Volkswagen. Stuttgart: Koncern VW, 2009. Měření, řízení a podávání zpráv v „konceptu Perlenkette“, s. 176.

6 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Jak již bylo napsáno, analyzování současného stavu proběhlo ve formě tří denního WS. Místem konání pilotního WS se stala svařovna A5 (model Octavia) v závodě Škoda Auto a.s., Mladá Boleslav. Tento provoz byl vybrán záměrně, jelikož se jedná o počátek výroby (pokud není brána v úvahu lisovna, která pracuje s jiným systémem řízení a svou činností přímo nezasahuje do stanovených sekvencí) a tedy počáteční bod řízení podle principu perlového pásu.

Tato kapitola stručně shrnuje průběh WS, metodu a průběh mapování procesu a analýzu kritických míst, na kterou je v sedmé kapitole navázáno přehledem opatření pro odstranění těchto míst.

6.1 Mapování procesu

Mapování procesu neboli analyzování toku hodnot provedené na základě koncernové metodiky a za využití metody VSM, proběhlo po první a druhé pochůzce na lince první den WS. Cílem bylo vytvoření věrného obrazu daného procesu, který by napomohl k odhalení slabých (turbulentních) míst na lince. Prvotním krokem před započítím samotné analýzy bylo rozdělení sledovaného procesu na dílčí logické úseky. V tomto provozu se přímo nabízelo rozčlenit celou oblast podle jednotlivých částí svařené karoserie na části svařovna A5 unterbau (základní díl), svařená karoserie a konečné operace (svařovna A5 finiš 1, 2 a 3). Tyto názvy se mohou dále objevit v textu, případně v použitých ilustračních obrázcích.

Rovněž workshopový tým byl rozdělen, v tomto případě pouze na dvě části, přičemž první tým analyzoval první část procesu (A5 unterbau), tým druhý dostal na starost analýzu částí svařená karoserie, finiš 1, 2 a 3. V kapitole 4.1 je možné se dočíst o nutnosti výběru účastníků WS z různých oblastí firmy. Tento předpoklad byl splněn nejen, co se týče všech účastníků workshopu, ale interdisciplinární rozdělení bylo uplatněno i v jednotlivých WS týmech. Každý ze dvou týmů byl složen z odborníků na proces svaření (včetně podpůrných procesů – např. dopravníkové techniky, plánování svařoven...) a lidí z ostatních částí

firmy, kteří při analýze působili jako nezávislí pozorovatelé nebo na proces nahlíželi v návaznosti na svůj obor působnosti.

6.1.1 Základní mapa procesu

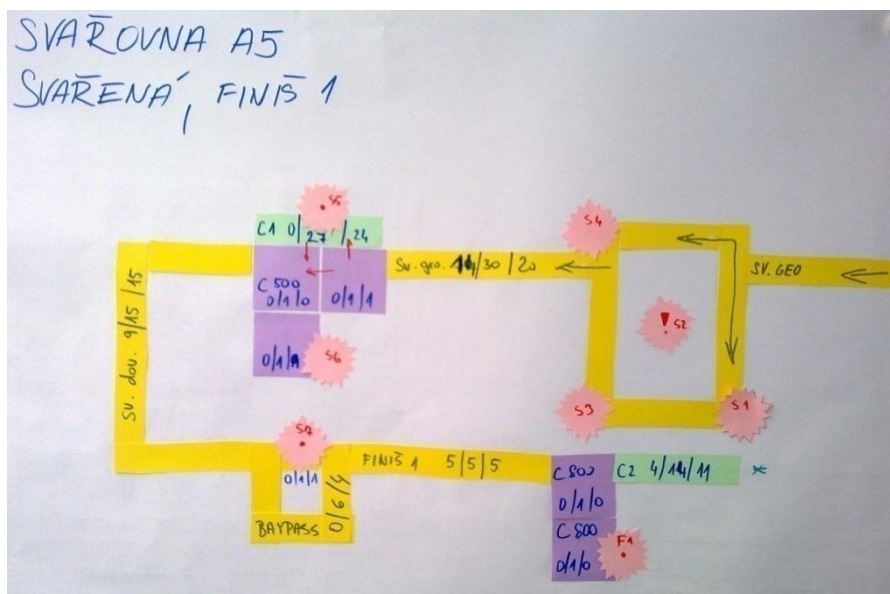
Standardní postupy, používané při WS pro zjištění současného stavu jako základu pro zavedení perlového pásu, předepisují vytvoření mapy toku hodnot nejprve jako hrubý náčrtek při pochůzce po lince. Tento postup je využíván z důvodu úplného pochopení analyzovaného procesu a vytvoření si obrázku o možnosti výskytu turbulentních bodů na lince. Vytvoření jednoduchého náčrtku a poznámek ke zhlédnutému procesu je úkolem pro jednotlivé členy WS týmu. Veškeré na lince získané poznatky jsou později využity jako základní prvky pro sestavení mapy současného stavu. Mapa je podle koncernových standardů utvořena nejprve jako zjednodušený obrázek toku za využití barevných papírů (lísteků), kterými jsou značena jednotlivá zařízení, procesy a situace zpozorované na lince. Výhodou sestavení této mapy je nejenom další prohloubení znalostí o zkoumaném procesu, ale také stmelení celého WS týmu, který poprvé začíná pracovat jako ucelená skupina a začíná nahlížet na zkoumaný proces podobnými očima, i když každý člen na základě své pracovní pozice.

Průběh WS na základě koncernových standardů byl dodržen i pro pilotní WS ve společnosti Škoda Auto a.s. Základní mapa současného stavu, zakreslená „na tabuli“ (mapa ve fyzické formě), byla vytvořena s využitím následujících barev a symbolů:

- žlutá barva – označení linky nebo pracovní operace, v mapě vyznačeno linií nebo čtvercem
- světle zelená barva značí dopravník a zároveň i zásobník
- fialový čtverec je znakem pro výtah mezi dopravníkem/zásobníkem a linkou
- růžové body (mnohoúhelníky) – označení turbulentních míst

Následující obrázek je příkladem mapy současného stavu sestavené po první pochůzce na lince, pouze za využití volné plochy a výše popsaných symbolů a barev. Obrázek znázorňuje reprezentativní část procesu svařování. Už z tohoto příkladu jsou patrná místa

výskytu a příčiny turbulencí často se opakující v celém procesu. Čísla uvedená za názvem linky, dopravníku nebo výtahu znázorňují informaci o plnění systému (minimální / maximální / současný stav).



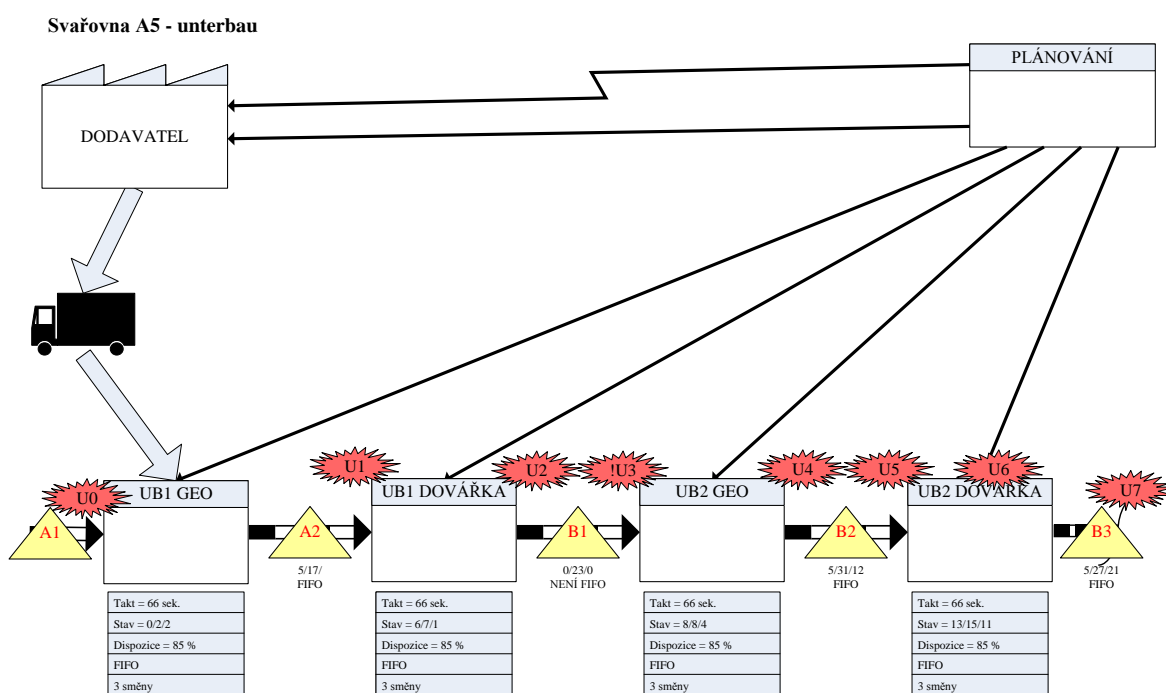
Zdroj: Pilotní WS k principu perlového pásu.

Obr. 21 Mapa procesu se zvýrazněnými turbulentními body (svařená karoserie a finiš 1)

Z obr. 21 je patrné, jaká místa jsou nejrizikovější, co se týče možnosti výskytu turbulencí, tedy ve kterých bodech je zvýšené riziko porušení stanovené sekvence. V bodě S2 je riziko porušení sekvence spatřováno v dělení procesu na dvě souběžné větve, ve kterých ale není dodržena shodná průběžná doba výroby. V bodě S5 je příčinou vzniku turbulencí možnost vést karoserie přes zásobník nebo přímo z linky na linku, přičemž při využití obou možností najednou, tedy umístění karoserie v zásobníku a průjezdu jiných karoserií přímo mezi linkami, dochází k významnému porušení sekvencí. Tyto dva turbulentní body zde byly nastíněny pouze jako příklad, podrobnější popis turbulencí bude zpracován v další části textu.

Na základě výše popsané mapy procesu je sestavena mapa v elektronické podobě (viz příloha). Tato mapa, jejíž část je znázorněna na obr. 22, je také zjednodušeným obrazem průběhu výroby. Oproti mapě ve fyzické formě zde nejsou vyznačeny výtahy,

ale pouze operace a dopravníky. Operace jsou doplněny o dodatečné informace o délce taktu, směnnosti, dispozici zařízení a dodržení pořadí FIFO. Mapování průběžné doby procesu nebylo při pochůzce na lince provedeno, časy, které by zde mohly být uvedeny, by byly pouze teoretické a náležící k ideálnímu (bezchybnému) stavu procesu, z toho důvodu nebyla časová linie vytvořena. Čísla v charakteristice procesu opět značí min. / max. / současný stav plnění.



Zdroj: Vlastní zpracování pro pilotní WS k principu perlového pásu.

Obr. 22 Mapa toku hodnot (unterbau)

6.1.2 Zkušební měření PKG

Tato podkapitola má za úkol pouze nastínit dvojí pohled na věc, dvojí logiku měření kvality perlového pásu. Systém měření na základě koncernových postupů byl popsán v kapitole 5.2.4, v této kapitole bude výsledek měření na základě koncernové metodiky porovnán s měřením totožného vzorku, ale za použití metodiky Škoda.

Metodika Škoda pro měření PKG se oproti koncernové liší větší přísností při výpočtu. Vzorec se změnil následovně.

$$PKG = \frac{P_R - P_{MP}}{P_R} \quad (7)$$

- P_{MP} udává počet položek mimo pozici³¹

Jestliže je pomocí koncernové metodiky pro reprezentativní vzorek o deseti položkách, kde je jedna položka zpožděná a šest položek zrychlených, vypočteno PKG ve výši 90 %, potom za použití logiky Škoda bude výsledek nižší o 60 %. Roli hrají zrychlené položky, které stejně jako položky zpomalené snižují hodnotu čitatele vzorce. Porovnání obou metodik je patrné z následujícího obrázku.

Koncernová metodika			Metodika Škoda		
Požadovaná sekvence	Skutečná sekvence	Rozdíl v pořadí	Požadovaná sekvence	Skutečná sekvence	Rozdíl v pořadí
1 3610001	3610001	✓ 0	1 3610001	3610001	✓ 0
2 3610002	3610003	✓ -1	2 3610002	3610003	✗ -1
3 3610003	3610004	✓ -1	3 3610003	3610004	✗ -1
4 3610004	3610006	✓ -2	4 3610004	3610006	✗ -2
5 3610005	3610005	✓ 0	5 3610005	3610005	✓ 0
6 3610006	3610007	✓ -1	6 3610006	3610007	✗ -1
7 3610007	3610008	✓ -1	7 3610007	3610008	✗ -1
8 3610008	3610010	✓ -2	8 3610008	3610010	✗ -2
9 3610009	3610009	✓ 0	9 3610009	3610009	✓ 0
10 3610010	3610002	✗ 8	10 3610010	3610002	✗ 8
1 zpožděný			1 zpožděný 6 zrychlených		

Zdroj: Zpracováno na základě [17].

Obr. 23 Porovnání metodik výpočtu PKG

Metodika Škoda pro výpočet kvality perlového pásu (platí i pro výpočet PFT) zahrnuje do položek porušujících sekvenci veškeré karoserie, které se odchýlily od požadované pozice, případně ty, které v době měření měly být obsaženy v měřeném vzorku, ale ve skutečnosti se v něm nenacházely. Koncernová metodika je liberálnější svou

³¹ Testovací měření Perlenkette. Mladá Boleslav: Škoda Auto a.s., 2009, s. 7.

logikou, říkající, že větší problém se skrývá ve zpožděných položkách, proto pro výpočet využívá pouze zpožděné položky a položky neobsažené v rozsahu měření.

6.2 Analýza turbulentních bodů

Turbulentní místa, která byla odhalena analýzou současného stavu, je možné rozdělit do několika skupin podle různých kritérií. Prvotní dělení je provedeno na základě vlivu turbulentního bodu na porušení principu FIFO:

- body s malým vlivem
- body s velkým vlivem

Malý vliv na porušení FIFO mají body, ve kterých dochází k vyjímání karoserií. V takovém bodě bývá sekvence porušena jen při vybraných událostech, které budou popsány dále. Velký vliv na porušení FIFO mají zásobníky obsluhované pouze jedním výtahem, dále pak souběžné procesy nebo odbočky na lince, sloužící jako alternativní výrobní cesta v případě poruchy, ale stejně jako v předchozím případě využitelné jako souběžný proces. V bodech s velkým vlivem na FIFO dochází k významným zásahům do stanovené sekvence.

Druhé možné dělení turbulentních bodů je stanoveno podle příčiny vzniku turbulence. Místa jsou dělena podle toho, k jaké události působící na změny pořadí v nich dochází. Tímto způsobem je možné rozdělit turbulentní body do skupin:

- místo vyjímání
 - kvalitativní zkoušky
 - repase
 - speciální zakázky
- kapacitní zásobník bez principu FIFO
- paralelní proces

6.2.1 Výpočet stupně turbulence

Důležitým prvkem pro určení závažnosti turbulentního bodu byl stanoven ukazatel stupně turbulence (ST). ST umožňuje určit prioritní turbulentní body a na základě priorit sestavit termínový plán pro odstranění těchto míst. Výpočet ST je znázorněn v následujícím vztahu.

$$ST = A \times B \quad (8)$$

- A udává průměrný počet turbulentních karoserií za směnu
- B udává průměrný počet ztracených pozic na karoserii³²

Výsledná hodnota ST závisí na typu turbulentního bodu. V místech, kde dochází k občasnému vyjímání karoserií, se hodnoty pohybují řádově v jednotkách. V místech s velkým rizikem porušení principu FIFO se ukazatel ST pohybuje v desítkách, v extrémních případech je možné zpozorovat ST vyšší než sto.

ANALÝZA MÍSTA TURBULENCE / Katalog opatření														
Položené otázky: Proč dochází k turbulenci? Jak často dochází k turbulenci? Jak silná je turbulence?														
Číslo	Popis													
		Ztracené karoserie	Dobrotový opatření	Průběh práce	Změna opatření	Průběh práce	Průběh práce	Průběh práce	Průběh práce	Průběh práce	Průběh práce	Průběh práce	Průběh práce	Průběh práce
U1	A 600 zvedák	x				x				x				
U2	B100 zvedák (3x1 oprava, 3x1 zik)	x			x	x				x				
U3	B1 dopravník					x				x				

Zdroj: Pilotní WS k principu perlového pásu.

Obr. 24 Formulář analýzy místa turbulence

Pro strukturovaný popis turbulentních bodů byl sestaven formulář, který zachycuje jednak samotný turbulentní bod, jeho označení a stručný popis, dále pak možnou příčinu vzniku

³² Příručka pro realizaci "konceptu Perlenkette" v závodech koncernu Volkswagen. Stuttgart: Koncern VW, 2009. Analýza současného stavu, s. 69.

turbulencí a v neposlední řadě také informaci o ST a prioritě řešení. Příklad formuláře je zachycen na obr. 24.

6.2.2 Přehled zjištěných turbulentních bodů

Cílem této kapitoly není popsat veškeré body zjištěné pilotním WS. Představeny budou pouze body nejzávažnější, tedy takové, které je nutné odstranit co nejdříve a které pro účely této práce nabízí dostatečný potenciál k řešení.

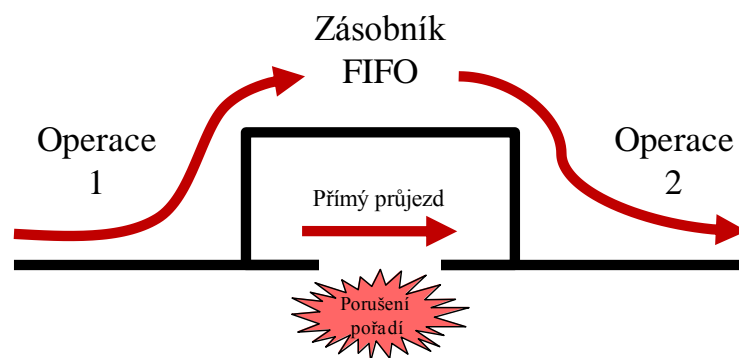
Prvenství v počtu výskytu mají místa, ve kterých je možné vyjímat karoserie z toku výroby. Důvodem k vyjmutí může být kvalitativní zkouška (sekáčová zkouška kvality sváru, ultrazvukové zkoušky, měření apod.), odstranění neshodného výrobku z výrobní linky nebo vyjímání karoserií k jinému využití (přestavby, využití v divizi Motorsport apod.). Každé vyjmutí karoserie pro kvalitativní zkoušku znamená dvojí porušení sekvence, jelikož zkoušky nejsou destruktivní a karoserie se znovu vrací na jinou pozici na výrobní lince.

Za bod s jistým vznikem turbulencí byl označen dopravník B1, na kterém je porušován princip FIFO z důvodu absence druhého výtahu. Jestliže je celý zásobník obsluhován pouze jedním výtahem, není možné princip FIFO zajistit. Zásobník může být využíván pouze jako kapacitní úložiště, odkud není možné karoserie odebírat ve stanoveném sekvenčním pořadí.

Třetí typ bodu porušení sekvencí byl nalezen v souběžných procesech. Na lince svařené karoserie dochází k rozdělení toku výroby do dvou větví, přičemž na jednom rameni probíhá výroba modelu Octavia Limousine a na rameni druhém výroba modelu Octavia Combi. Důvodem porušení sekvencí je různá průběžná doby výroby na obou ramenech. V místě opětovného sloučení v jednu linku dochází k promíchání sekvence. Z podobného důvodu může dojít k porušení sekvence ještě na dalších místech linky. Řeč je o místech, která mají alternativní rameno, jež je využíváno v případě poruchy standardně používané linky. Turbulence v takovém bodě je důsledkem možného uvíznutí karoserií na lince s poruchou zařízení. Při poruše jedné větve je výroba přesměrována do větve druhé

a karoserie, které jsou vyráběny na této alternativní větvi, „předjíždějí“ karoserie blokové na lince se závadou zařízení.

Poslední rozpoznanou příčinou míchání pořadí jsou různé principy řízení zásobníků. V některých částech linky je možné mezi jednotlivými operacemi karoserií zařadit do zásobníku nebo ji přes výtahy směřovat přímo k následující operaci. Problém je dán kratší dobou potřebnou pro přímý průjezd mezi operacemi, čímž se takto přemístěná položka stává zrychlenou vůči karoseriím na zásobníku. Celá situace je znázorněna na následujícím obrázku.



Zdroj: Vlastní zpracování.

Obr. 25 Příklad porušení pořadí

7 NÁVRH ORGANIZAČNÍCH OPATŘENÍ

Opatření ke zjištěným turbulentním bodům mají za úkol co nejvíce eliminovat možnost míchání pořadí. Pro některé turbulentní body je řešení velice jednoduché, pouhé zavedení restriktce na manipulaci s karoseriemi může vyřešit celý problém. U jiných turbulentních bodů je nutné složitější organizační opatření spojené s vytvořením nového systému řízení, případně opatření investiční. Opatření v této kapitole jsou popisována v návaznosti na příčinu vzniku turbulence.

7.1 Místa vyjímání

Jak již bylo napsáno, jakékoliv vyjmutí karoserie z linky porušuje zadanou sekvenci, proto je nutné vytvořit stabilní systém řízení vyjímání vozů. Základem pro stanovení opatření je podrobná analýza jednotlivých důvodů pro vyjmutí karoserie. Po zmapování veškerých turbulentních bodů na lince a jejich seřazení podle priority (resp. stupně turbulence) je možné rozhodnout o blokaci některých míst vyjímání. Ne všechna místa, ve kterých je možnost vyjímání (resp. vkládat) karoserie, jsou nutná pro chod linky, proto je blokace nejjednodušším způsobem pro získání jistoty o udržení sekvence v tomto bodě. Dalším, velice jednoduchým, opatřením je vypracování plánu pro vyjímání karoserií, který umožní optimalizovat počty položek nutných pro provedení kvalitativních zkoušek a měření. Vyjímání karoserií není možné nikdy úplně eliminovat z důvodu nutnosti vykonávání kvalitativních zkoušek.

Jednou z dalších možností, jak udržet sekvenci, je vypravování zkouškových zakázek s předstihem. Podmínkou pro provádění kvalitativních kontrol je náhodné vybírání zkoumaných vzorků. V případě předběžné přípravy sekvence se zaplánovanými zkouškovými karoseriemi sice není tato podmínka splněna přímo, ale je možné karoserie řídit tokem výroby anonymně, pouze se zakódováním znaku pro zkouškový vůz v identifikačním štítku (informace ve 2D kódu). V takovém případě ví s předstihem o plánované kontrole na určité karoserii pouze zadavatel sekvence. Po provedení zkoušky se karoserie vrací do toku výroby na předem naplánované pozici.³³

³³ *Závěrečná prezentace pilotního WS NLK*. Mladá Boleslav: Škoda Auto a.s., 2010, s. 26.

Podobně jako zkouškové vozy je možné zapláňovat do sekvence i vozy speciální, které se po vyjmutí do sekvence znovu nevracejí. S informací zapsanou v identifikačním štítku putují karoserie po lince až k místu plánovaného vyjmutí. Po vyjmutí takového vozu nedochází k porušení sekvence.

Pro zajištění povědomí o pohybu vyjmuté karoserie je vhodné vyvěsit v místě vyjímání formulář, do kterého se zapíše číslo vyjmuté karoserie, čas vyjmutí a zodpovědnost za navrácení karoserie na linku.³⁴

7.2 Kapacitní zásobník bez principu FIFO

Jestliže je zásobník obsluhován pouze jediným výtahem, který zajišťuje přísun i odebrání karoserií na zásobníku, není možné vypracovat mnoho variant pro organizační opatření k eliminaci výskytu turbulencí. Nejjednodušším opatřením je opět restrikce na využívání zásobníku v okamžiku, kdy to není opravdu nutné (při nižší úrovni výroby).

V této situaci se nabízí jako vhodnější vypracování investičního opatření, kterým je vybavení zásobníku druhým výtahem. Takto obsluhovaný zásobník již dodržuje princip FIFO a nedochází na něm k porušení sekvence, pokud nedojde k průjezdu karoserie mimo zásobník, tedy přímo z linky na linku, viz kapitola 7.4.

7.3 Řízení paralelních procesů

Paralelní procesy jsou místy, kde vzniká riziko promíchání sekvence. Aby bylo riziko odstraněno nebo sníženo na minimum, je nutné upravit řízení těchto míst.

Hlavní způsob dosažení vyrovnané sekvence na paralelních procesech spočívá ve sladění průběžné doby výroby. Aby k takovému sladění došlo, je možné využít následující postupy:

- vytvoření vyrovnávacích zón

³⁴ *Závěrečná prezentace pilotního WS NLK*. Mladá Boleslav: Škoda Auto a.s., 2010, s. 27.

- stanovení rozdílného taktu v jednotlivých ramenech linky
- upravení kapacity průběhu
- zkrácení průměrné doby údržby
- stejné rozvržení pracovní doby v obou ramenech³⁵

V případě situace ve svařovně, která je na obr. 21 vyznačena bodem S5, se jeví jako nejvhodnější vytvoření vyrovnávací zóny v místě opětovného napojení obou ramen linky. Tato vyrovnávací zóna umožní skládání zakázek do pořadí, které bylo naplánováno před započítáním výroby.

7.4 Řízení zásobníků

Tato podkapitola se týká definice opatření pro zamezení míchání pořadí v místech zásobníků, kde je možný i přímý průjezd karoserie z linky na linku.

Protože není možné udržet sekvenci jinak, než průjezdem veškerých karoserií přes zásobník, je nutné stanovit restrikcí na přímý průjezd mezi linkami. Přímý průjezd ale nesmí být zavržen úplně. Dalším důležitým bodem, který přináší princip perlového pásu v případě řízení zásobníků, je možnost zrychlení zpožděné položky. Jestliže dojde ke zpoždění položky, například v případě kvalitativních zkoušek časově náročnějších, než bylo plánováno, a položka bude zařazena později, než měla být, je možné zpoždění dohánět právě udělením přednosti při průjezdu mezi linkami. Pro tyto případy je nutné zpracovat jednotnou metodiku a přehled závazných postupů.

K obnově sekvence za pomoci udělení přednosti jednotlivým zakázkám na zásobnících může docházet podél celého toku výroby až k montáži, kam by měly zakázky dorazit opět ve stanoveném pořadí.

³⁵ Příručka pro realizaci "konceptu Perlenkette" v závodech koncernu Volkswagen. Stuttgart: Koncern VW, 2009. Koncipování a realizace požadovaného stavu, s. 120.

7.5 Synchronizace pobočných linek

Pro udržení stanovené sekvence je nutné zajistit plynulé a bezchybné fungování pobočných linek, které k hlavní lince přivádějí potřebný materiál a polotovary. V případě zahrnutí řízení pobočných linek do principu perlového pásu dochází ke sladění celého toku výroby. Tento postup omezuje riziko vzniku turbulencí způsobených chybami v dodávkách materiálu. Pobočné linky musí být řízeny v návaznosti na sekvenci hlavní linky.³⁶

7.6 Vizualizace stavu výroby

Tak jako je dnes běžně vizualizován počet vyrobených vozů za směnu, může být vizualizováno i pořadí a vývoj udržení sekvence. Vizualizace vnáší do procesu řád a činí ho transparentním. Každý, kdo se pohybuje po výrobní lince, má přehled o současném stavu procesu. Základem pro znázornění současného vývoje pořadí karoserií je měření na evidenčních bodech výrobní linky a porovnání s pořadím na předchozích výrobních procesech.³⁶

Vizualizace stavu procesu může mít i prvek motivační (tabule stavu procesu je druhem andonové tabule). Jakékoliv znázornění odchylek v procesu vytváří tlak a motivuje k dosahování cílů a průběžnému zlepšování procesů. Stejně tak i vizualizace trendu může tlačit k lepším výkonům. Toto platí jak pro trend kladný (pracovníci vidí, že dochází ke zlepšení, snaží se nastolený trend udržet), tak i záporný. Podrobněji byla tato problematika popsána v kapitolách 2.1 a 2.2.

7.7 Opatření pro nové závody a výrobní linky

Pilotní WS přinesl cenné informace také pro další plánování výrobních linek. Ukázal, čemu je potřeba se vyhýbat při návrhu layoutu nových provozů a jak je nutné plánovat nová výrobní zařízení se zaměřením na minimální výkyvy v sekvencích. Základními požadavky při plánování nových provozů jsou:

³⁶ Příručka pro realizaci "konceptu Perlenkette" v závodech koncernu Volkswagen. Stuttgart: Koncern VW, 2009. Koncipování a realizace požadovaného stavu, s. 128.

- důsledné dodržování principu FIFO,
- stanovení potřebného počtu míst k vyjímání karoserií,
- vytvoření systému značení zkouškových vozů,
- další opatření zmíněná v kapitolách 7.1 – 7.6.

Získané poznatky budou již v brzké době využity při plánování nové výrobní linky pro nástupce modelu Octavia.

8 ZHODNOCENÍ A PŘÍNOSY PRINCIPU PERLOVÉHO PÁSU

V této kapitole jsou na jednom místě shrnuty veškeré zpozorované přínosy a výhody principu perlového pásu, které vyplynuly ze samotné struktury zaváděného principu nebo z výsledků konaného workshopu.

8.1 Zlepšení průchodnosti zakázek

Zavedením principu perlového pásu dochází k napřímení toku výroby. Položky jsou v procesu rychleji zpracovávány, nejsou blokovány a plynou výrobním tokem bez zbytečného zdržování, bez uvíznutí „na dně“ kapacitního zásobníku, či v prostoru vyhrazeném pro kvalitativní zkoušky.

Zavedením opatření pro odbourání nebo zmírnění turbulencí v procesu je dosaženo plynulé výroby, kterou „perly“ procházejí v neměnném pořadí a v ideálním případě dorazí až na montáž v sekvenci, jaká byla naplánována před započítáním samotné výroby.

8.2 Vyrovnání a zkrácení průběžné doby výroby

Z předchozího bodu vyplývá vyrovnání a zkrácení průběžné doby výroby (TPT). Jestliže je pomocí principu perlového pásu zaručeno dodržení pořadí karoserií, jsou i doby průběhu jednotlivých zakázek výrobou přibližně stejné, proto mluvíme o vyrovnání TPT. Průběžná doba výroby se může lišit u zakázek, u kterých došlo ke kontrole kvality, pokud ale bude zakázka zadána do výroby s předstihem (viz kapitola 7.1), pak toto zdržení nevyvolává turbulenci. Průběžná doba výroby je významným ukazatelem, který vyjadřuje míru sladění po sobě jdoucích výrobních kroků a odráží úroveň stavu rozpracovanosti (kratší průběžná doba odpovídá nižší rozpracovanosti).

8.3 Snížení počtu zásahů do pořadí FIFO

Udržení pořadí FIFO patří k základním předpokladům funkčního principu perlového pásu. Většina opatření pro odstranění turbulencí je směřována právě k zachování FIFO podél celého toku výroby. Veškeré turbulentní body, které jsou charakterizovány jako místa

porušující tento princip, se stávají prioritními a jsou jako první odstraňovány. Metoda FIFO je také jednoduchým kontrolním nástrojem, který vnáší do výrobního procesu řád a vyšší jistotu udržení sekvence.

8.4 Vyšší míra uspokojení požadavků zákazníků

Pouze v případě, kdy je na výrobní lince provozován spolehlivý systém udržení pořadí zakázek, je možné zaručit vysokou úroveň služeb pro zákazníky. V dnešní době hraje roli rychlost dodání objednaného produktu, potom jestliže je možné sledovat pohyb zakázky a zaručit její bezproblémový průtok výrobou, je také možné zaručit co nejrychlejší uspokojení požadavků.

8.5 Jednodušší orientace ve výrobním procesu

WS pro analýzu současného stavu výroby byl koncipován tak, aby odkryl veškerá slabá místa na lince. Zároveň ale pomohl k pochopení událostí a průběhu zkoumaného procesu.

Při implementaci principu perlového pásu do zásad řízení výroby dochází k vytvoření vyšší míry transparentnosti procesu. Jestliže jsou jednotlivé události dané a probíhají stále podle plánu, dochází ke znatelnému zjednodušení řízení a sledování celého procesu.

Stabilní výroba řízená na základě principu perlového pásu je jednoduchým nástrojem pro neomylné zadávání požadavku na výrobu dílů v pobočných linkách, které budou v určitém místě montovány do vozu (sekvence hlavní linky řídí sekvenci linek pobočných).

8.6 Položení základu pro efektivní systém JIS

Nároky, které jsou dnes kladeny na dodavatele, co se týče rychlosti dodání materiálu, jsou velmi vysoké. Jestliže je materiál u dodavatelů objednáván podle režimu JIS jenom pár dní před výrobou, nezbyvá příliš mnoho času na speciální zakázky zadané na poslední chvíli, případně na přeskupení zakázek do jiného pořadí v případě nečekané změny v sekvenci. Jistota v držení výrobního pořadí na lince odběratele a znalost pevné sekvence

je příležitostí pro využívání dodavatelů z širšího okolí společnosti (tzv. Long Distance JIS) a pro optimalizaci dodavatelské základny. Jednoduše řečeno neomylná sekvence vede k jednoduššímu zadávání objednávek a jednoduššímu zásobování.

8.7 Snížení objemu držených zásob

Nivelizace a vyhlazení výroby, které jsou jedním ze základů principu perlového pásu, vedou k optimalizaci hospodaření se zásobami. Nivelizovaná výroba (viz kapitola 3.1.2), podpořená neomylnou sekvencí, vede ke snížení zásoby pojistné zásoby, která by byla držena v případě kolísající výroby. Na základě nivelizované výroby, podpořené pevnou sekvencí bez turbulencí, je zpracován plán pro zásobování při různých úrovních objemu výroby.

Další potenciál pro snížení objemu držených zásob vyplývá z předem zadané, neměnné sekvence. Jestliže je výroba řízena s jistotou udržení pořadí, není nutné držet vyšší zásoby určené pro pokrytí okamžitých požadavků vznikajících při turbulencích.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo navržení inovativního principu řízení ve společnosti Škoda Auto a.s. Pro uvedení čtenáře do problematiky řízení podle principu perlového pásu byly nejprve definovány základy tohoto systému. Popsány byly principy štíhlé výroby a logistiky, zásobovací systémy JIT a JIS a porovnání pull a push principu. Posledním popsáním a zřejmě nejdůležitějším základem principu perlového pásu je metoda FIFO, která se svým zaměřením nejvíce blíží k principu sekvenční výroby. Zavedení neomylné metody FIFO podél toku výroby je nutným krokem k dosažení sekvencí bez turbulencí. Definování a charakteristika samotného principu perlového pásu byla provedena na základě návaznosti na ostatní koncepty používané ve společnosti Škoda Auto a.s. Zřejmě nejvýznamnějším konceptem je výrobní systém Škoda (VSŠ). Koncept VSŠ přispívá k jednoduššímu řízení zavedením metod nivelizace a vyhlazení výroby. Tyto metody vedou k optimalizaci potřeby zásob.

V práci jsou dále popsány nástroje a metody pro analyzování procesu. Funkčnost hlavní metody, workshopu, byla ověřena v praxi při analyzování procesu sváření na výrobní lince v Mladé Boleslavi. Navržená koncepce WS byla shledána vyhovující a bude dále používána při analýze procesů a provozů, nejen v závodě v Mladé Boleslavi. Také většiny cílů, v této práci popsaných, bylo dosaženo. Pomocí řízení výroby podle principu perlového pásu došlo k napřímení výrobního toku, vyrovnání průběžné doby výroby jednotlivých zakázek a ke zviditelnění a odstranění plýtvání. Metody nivelizace a vyhlazení výroby vedly k dosažení vyšší přesnosti zásobování a jednoduššímu plánování potřeby materiálu. Důsledkem nového systému řízení je také pokles objemu zásob držených ve výrobě.

Jelikož se princip perlového pásu, zavedený prozatím ve svařovně A5 v Mladé Boleslavi, osvědčil, bude postupně zaváděn i na dalších linkách společnosti Škoda Auto a.s. V závodě v Mladé Boleslavi bude implementace perlového pásu pokračovat optimalizací lakovny. Řízení podle tohoto principu by mělo být zavedeno napříč celou výrobou, to znamená i na montážích. Konečným stupněm perlového pásu bude organizace dodavatelů. Ze zkušeností se zaváděním principu, které byly získány v rámci koncernu VW, vyplývá

standardní doba trvání zavádění principu perlového pásu. Tato doba se pohybuje v rozmezí čtyř až pěti let pro jednotlivé závody.

Autorovi tato práce přinesla cennou zkušenost se zaváděním nového konceptu řízení výrobní linky a zkušenost s analýzou současného stavu výroby a s navrhováním opatření ke zlepšení tohoto stavu. Další přínos je spatřován v možnosti navrhnout osnovy a plán průběhu WS. Přínos práce ve větším pracovním kolektivu workshopového týmu je také znatelný.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Citace

- [1] JIRUTKA, L. *Q_Andon = kvalita + produktivita*. Mladá Boleslav: Škoda Auto a.s., cca 2007. 18 s. [interní materiál]
- [2] *Ako efektívne mapovať hodnotový tok v podniku?*. Žilina: IPA Slovakia, 2009. 66 s.

Tištěné zdroje

- [3] DRAHOTSKÝ, I.; ŘEZNÍČEK, B. *Logistika procesy a jejich řízení*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2003. 334 s. ISBN 80-7226-521-0.
- [4] GREGOROVIČOVÁ, L. Nástroj pro identifikaci plýtvání: Mapování toku hodnot – 1. část. *Úspěch: Produktivita & inovace v souvislostech*. Prosinec 2009, 4/2009, s. 36-37. ISSN 1803-5183.
- [5] GREGOROVIČOVÁ, L. Nástroj pro identifikaci plýtvání: Mapování toku hodnot – 2. část. *Úspěch: Produktivita & inovace v souvislostech*. Březen 2010, 1/2010, s. 34-37. ISSN 1803-5183.
- [6] GROS, I. *Logistika*. 1. vyd. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 1996. 228 s. ISBN 80-7080-262-6.
- [7] KOŠTURIÁK, J.; FROLÍK, Z. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. 240 s. ISBN 80-86851-38-9.
- [8] LAMBERT, D. M.; STOCK, J. R.; ELLRAM, L. M. *Logistika*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2000. 589 s. ISBN 80-7226-221-1.
- [9] SCHULTE, CH. *Logistika*. 1. vyd. Praha: Victoria Publishing, 1994. 301 s. ISBN 80-85605-87-2.
- [10] SIXTA, J.; MAČÁT, V. *Logistika - teorie a praxe*. 1. vyd. Brno: CP Books, a.s., 2005. 315 s. ISBN 80-251-0573-3.
- [11] STEHLÍK, A.; KAPOUN, J. *Logistika pro manažery*. 1. vyd. Praha: Ekopress, s.r.o., 2008. 266 s. ISBN 978-80-86929-37-8.
- [12] ŠTŮSEK, J. *Řízení provozu v logistických řetězcích*. 1. vyd. Praha: C. H. Beck, 2007. 240 s. ISBN 978-80-7179-534-6.
- [13] TOMEK, G.; VÁVROVÁ, V. *Řízení výroby*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 1999. 439 s. ISBN 80-7169-578-5.

[14] VÍTEK, V. Implementace metod štíhlé logistiky. *Úspěch: Produktivita & inovace v souvislostech*. Červen 2009, 2/2009, s. 13-14. ISSN 1803-5183.

Interní zdroje

[15] NANÁŠI, J. *Implementace systému Q-andon na montáži vozů Kvasiny*. Mladá Boleslav: Škoda Auto a.s., cca 2008. 25 s.

[16] *Příručka pro realizaci "konceptu Perlenkette" v závodech koncernu Volkswagen*. Stuttgart: Koncern Volkswagen, 2009. 233 s.

[17] *Testovací měření Perlenkette*. Mladá Boleslav: Škoda Auto a.s., 2009. 10 s.

[18] *Závěrečná prezentace pilotního WS NLK*. Mladá Boleslav: Škoda Auto a.s., 2010. 36 s.

Internetová periodika

[19] SCHWOB, R.; CHOC, D. Just-in-Sequence aneb na rudé auto rudá zrcátka. *AIMagazine online* [online]. 2007, [cit. 2010-02-24]. Dostupný z WWW: <<http://aimagazine.cz/vyroba/60-just-in-sequence-aneb-na-rude-auto-ruda-zrcatka>>.

[20] UHERČÍK, M. Milk-run zásobovanie. *Klub logistiky - blog* [online]. 13.03.2009, [cit. 2010-04-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.klublogistiky.sk/?p=1285>>.

Ostatní zdroje v internetu

[21] API – Akademie produktivity a inovací [online]. 2009 [cit. 2010-02-17]. Štíhlá logistika a materiálový tok. Dostupné z WWW: <<http://e-api.cz/page/67820.stihla-logistika-a-materialovy-tok/>>.

[22] API – Akademie produktivity a inovací [online]. 2009 [cit. 2010-02-16]. Workshop. Dostupné z WWW: <<http://e-api.cz/page/68716.workshop/>>.

[23] Škoda Auto a. s. [online]. 2010 [cit. 2010-01-29]. 100 let automobilové historie. Dostupné z WWW: <<http://www.skoda-auto.com/moss-cze/100/home/>>.

[24] *Vlastnicesta.cz* [online]. Cca 2008 [cit. 2010-03-20]. Ishikawa diagram. Dostupné z WWW: <<http://www.vlastnicesta.cz/akademie/system-kvality/kvalita-metody/ishikawa-diagram/>>.

[25] *Wikipedie* [online]. 19.3.2010 [cit. 2010-03-20]. 5 Whys. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/5_Whys>.

[26] *Wikipedie* [online]. 20.4.2010 [cit. 2010-04-21]. Škoda Auto. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%A0koda_Auto>.

[27] *Wikipedie* [online]. 17.4.2009 [cit. 2010-02-13]. Štíhlá výroba. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%A0t%C3%ADhl%C3%A1_v%C3%BDroba>.

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A..... Mapa současného stavu